

# Prototype Robot Pengantar Barang Pengikut Marka Hitam Berbasis Mikrokontroler

Yurico Herman<sup>1</sup>, Ade Zulkarnain Hasibuan<sup>2</sup>, Arnes Sembiring<sup>3\*</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Informatika, Universitas Harapan Medan, Medan

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Informatika, Universitas Medan Area, Medan

<sup>1</sup>[yuricoherman05@gmail.com](mailto:yuricoherman05@gmail.com), <sup>2</sup>[ade.sth@gmail.com](mailto:ade.sth@gmail.com), <sup>3</sup>[arnessembiring@staff.uma.ac.id](mailto:arnessembiring@staff.uma.ac.id)

<sup>\*)</sup> [arnessembiring@staff.uma.ac.id](mailto:arnessembiring@staff.uma.ac.id)

**Abstrak-**Robotika telah menjadi bidang yang terus berkembang dengan aplikasi yang semakin beragam di berbagai industri. Salah satu aplikasi yang menarik adalah pengembangan robot pengantar barang yang dapat mengikuti jalur tertentu di permukaan dengan menggunakan marka hitam sebagai panduan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sebuah prototype robot pengantar barang pengikut marka hitam berbasis mikrokontroler. Prototype robot ini menggunakan sensor TCRT5000 untuk membaca marka hitam yang diletakkan di bagian bawah robot. Dalam penggunaan robot ini sangat mudah dengan cara memberikan baterai untuk sumber daya dari robot. Sensor TCRT5000 sebagai sensor pembacaan untuk mengikuti jalur. Sensor IR FC-51 sebagai sensor pendeteksi halangan berada di depan robot untuk pemberhentian sementara ketika robot berjalan. Sensor sentuh TTP223B sebagai pengkalibrasian pada robot di awal dan akhir ketika robot bekerja, penginputan penambahan jumlah pemberhentian ketika robot berada pada kondisi sementara. Robot ini mudah untuk digunakan karena cara pengoperasiannya yang mudah dipahami membuat robot bisa digunakan orang awam.

**Kata Kunci:** Robot, Robot Pengikut Garis, Robot Pengantar Barang, Sensor TCRT5000

**Abstract-**Robotics has become an ever-growing field with increasingly diverse applications in various industries. One interesting application is the development of delivery robots that can follow specific paths on surfaces using black markings as a guide. This research aims to design and implement a microcontroller-based black mark following goods delivery robot prototype. This robot prototype uses a TCRT5000 sensor to read black markings placed on the bottom of the robot. Using this robot is very easy by providing a battery for the robot's power source. The TCRT5000 sensor is a reading sensor for following the path. The FC-51 IR sensor as an obstacle detection sensor is in front of the robot for temporary stops when the robot is walking. The TTP223B touch sensor calibrates the robot at the start and end of the robot's work, inputting the additional number of stops when the robot is in a temporary state. This robot is easy to use because the operation is easy to understand, making the robot easy for ordinary people to use.

**Keywords:** Robot, Line Follower Robot, Delivery Robot, TCRT5000 sensor

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan inovasi telah membawa perubahan besar pada berbagai bidang kehidupan manusia, termasuk di bidang industri. Salah satu bidang yang terus mengalami perkembangan teknologi adalah robotika, yang bertujuan untuk membuat robot yang mampu membantu manusia dalam berbagai kegiatan, baik di lingkungan industri maupun di kehidupan sehari-hari. Robot dapat menggantikan peran manusia untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan ketelitian yang tinggi dan pekerjaan dengan tingkat resiko yang sangat tinggi yang dapat mengancam keselamatan pekerja [1]. Kata robot berasal dari bahasa Czech, robota yang berarti pekerja. Kata robot diperkenalkan dalam bahasa Inggris pada tahun 1921 oleh Wright Karel Capek pada sebuah drama "Rossum's Universal Robots" (R.U.R). Robot adalah mesin hasil rakitan karya manusia, tetapi bekerja tanpa mengenal lelah. Pada awalnya, robot diciptakan sebagai pembantu manusia, akan tetapi untuk jangka waktu ke depan robot akan mampu mengambil alih posisi manusia sepenuhnya dan bahkan menggantikan ras manusia dengan beragam jenis [2].

Robot Line Follower merupakan salah satu jenis robot yang dapat bergerak mengikuti garis. Robot line follower dapat mengikuti jalur yang berupa garis hitam pada papan berwarna putih maupun garis putih pada papan berwarna hitam. Pada dasarnya cara kerja robot line follower adalah dengan menangkap bias cahaya yang dipantulkan pada papan menggunakan sensor. Setelah beda bias cahaya didapat dari sensor, selanjutnya hasil sensor dikirim ke rangkaian ADC (Analog to Digital Converter) yang dalam penelitian ini rangkaian ADC sudah menjadi 1 di dalam mikrokontroler. Data sensor yang sudah melalui ADC diproses dalam mikrokontroler dan selanjutnya diperoleh data keluaran untuk mengendalikan motor melalui driver motor [3]. Robot sangat berguna untuk meringankan pekerjaan manusia. Beberapa hal juga akan lebih efektif apabila dikerjakan oleh robot. Penelitian ini bertujuan meringankan beban manusia dalam hal pemindahan barang. Mengingat keterbatasan manusia dan resiko yang dapat terjadi selama proses pemindahan barang. Robot pemindah barang ini menggunakan robot line follower dengan menambahkan lengan robot yang berfungsi untuk mengambil dan

meletakkan kembali benda yang dipindahkan [4]. Pada penelitian ini robot pengantar barang dengan pengikot marka hitam yang dikembangkan adalah sebuah robot yang bertujuan untuk membantu pengantaran barang dari satu titik ke titik lainnya secara otomatis. Robot ini akan beroperasi di lingkungan dalam ruangan, seperti gudang atau pabrik, untuk mempermudah proses pengantaran barang dengan efisiensi tinggi. Sistem ini akan menggunakan platform berbasis mikrokontroler sebagai otak utama yang akan mengendalikan seluruh operasi robot. Sebagai platform mikrokontroler, kami akan menggunakan Arduino Uno R3 yang telah terbukti handal dan mudah diimplementasikan. Arduino Uno akan terhubung dengan beberapa komponen perangkat keras, termasuk sensor TCRT5000, FC51, TTP223B, driver motor L298N, LCD 16x2 I2C, Motor DC. Dalam pembuatan program di pengoperasian robot menggunakan bahasa C Arduino IDE, dalam pembuatan gambaran rangkaian menggunakan fritzing, dalam membuat gambaran rancangan 3D pada robot menggunakan tinkercad.

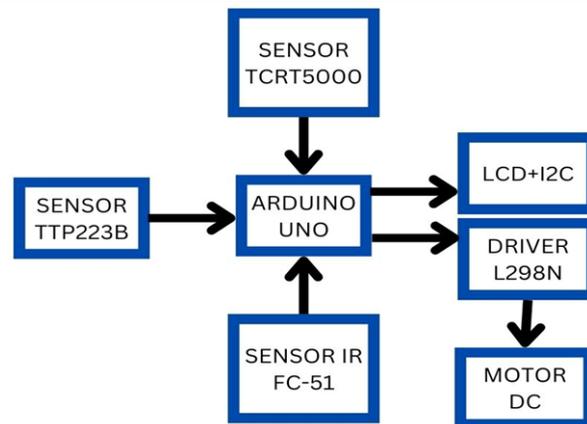
Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler disebut juga On-chip- Peripheral [5]. Arduino Uno adalah salah satu jenis papan mikrokontroler yang sangat populer dan sering digunakan dalam proyek elektronik. Arduino Uno menggunakan mikrokontroler ATmega328P dan memiliki berbagai fitur yang memudahkan pengguna untuk mengembangkan berbagai macam proyek [6]. TCRT5000 adalah komponen elektronika terintegrasi buatan Vishay yang memuat pemancar dan detector inframerah (infrared) dalam satu komponen terpadu. Konstruksi komponen ini yang kompak diatur sedemikian hingga sumber emisi cahaya inframerah (infrared) dan komponen sensor/detectornya berada pada arah yang sama, dengan demikian mampu mendeteksi keberadaan objek yang mendekat dengan cara mendeteksi pantulan sinar merah yang tepancarkan dan memantul pada permukaan objek tersebut. Komponen sensor/detector adalah sebuah phototransistor, kinerja deteksi optimal pada saat objek berada pada jarak 2,5mm (rentang jarak yang dapat dideteksi antara 0,2mm hingga 15mm). Phototransistor dilapisi dengan lapisan khusus untuk menahan sinar selain inframerah (Infrared) untuk meningkatkan akurasi sensor. Rata-rata arus keluaran (Ic) adalah 1mA [7]. Sensor Infrared FC-51 merupakan suatu rangkaian yang digunakan untuk mendeteksi sinar infra merah pada area kerjanya. Dalam rangkaian tester Infrared FC-51 ini terdapat dua buah komponen Infrared yaitu pemancar Infrared (IR Transmitter) dan penerima Infrared (IR Receiver). Pemancar Infrared merupakan sebuah photodiode yang dapat memancarkan sinar infra merah, sedangkan penerima Infrared merupakan sebuah dioda khusus yang berfungsi sebagai penerima sinar infra merah [8]. Sensor touch TTP223B merupakan modul sensor berguna seperti tombol/saklar dan untuk menggunakannya hanya tinggal sentuh saja [9]. Driver motor L298N merupakan driver motor dua H bridge yang dapat mengoperasikan 2 buah motor sekaligus, pada dasarnya driver motor mempunyai fungsi yang sama dengan saklar. Driver L298N membutuhkan supply 12 volt dan 5 volt dimana kecepatan motor dapat diatur dengan logic high low dan modulasi lebar pulsa (PWM) [10]. Lcd I2C merupakan sebuah display yang dapat digunakan untuk menampilkan informasi. LCD I2C adalah jenis Liquid Crystal Display yang memiliki komunikasi dengan mikrokontroler melalui protokol I2C [11]. Motor DC adalah salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan untuk tenaga penggerak di industri. Hal ini karena keunggulan yang dimiliki oleh motor ini, seperti rentang pengaturan kecepatan putaran yang lebih lebar dibanding dengan motor arus bolak balik dan lebih mudah dikendalikan [12].

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah [13]. Fritzing adalah suatu software atau perangkat lunak gratis yang digunakan oleh desainer, seniman, dan para penggemar elektronika untuk perancangan berbagai peralatan elektronika. Antarmuka fritzing dibuat seinteraktif dan semudah mungkin agar bisa digunakan oleh orang yang minim pengetahuannya tentang simbol dari perangkat elektronika [14]. Tinkercad adalah aplikasi berbasis web yang dapat dipakai untuk membuat rancangan rangkaian elektronika. Pengguna dapat membuat perancangan rangkaian elektronika menggunakan berbagai mikrokontroler dan komponen yang tersedia, membuat pemrograman dari mikrokontroler menggunakan blok ataupun teks, dan menguji rangkaian tersebut menggunakan fitur simulasi [15].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Blok Diagram

Blok diagram adalah representasi grafis dari suatu sistem, proyek, atau skenario. Diagram ini memberikan tampilan fungsional suatu sistem dan menggambarkan bagaimana berbagai elemen sistem tersebut saling terkait. Insinyur, khususnya, menggunakan blok diagram untuk memodelkan elemen-elemen suatu sistem dan memahami bagaimana semuanya saling terhubung. Namun, alat-alat ini juga berguna dalam banyak kasus penggunaan lainnya [16]. Blok diagram dari robot pengantar barang pengikot marka hitam ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Blok Diagram

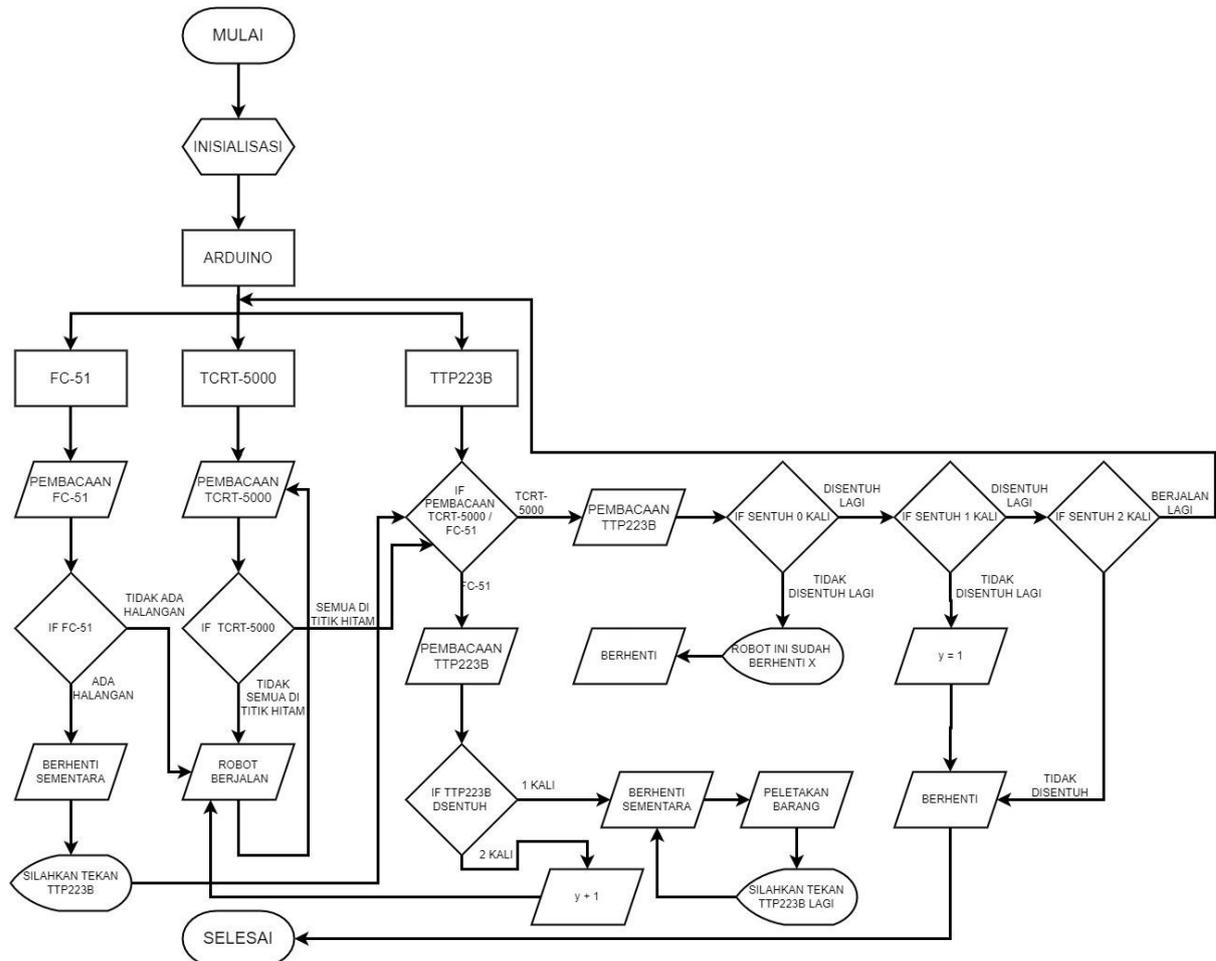
Pada gambar 1 terdapat garis besar dari alur kerja dan penjelasan singkat fungsi pada masing-masing komponen dalam perancangan prototype robot pengantar barang dengan pengikat marka hitam sebagai berikut:

1. Mikrokontroler Arduino  
Alur Kerja: Inisialisasi sistem saat robot dinyalakan, menerima input dari sensor-sensor dan komponen lainnya, mengolah data dan menjalankan algoritma kontrol, mengeluarkan sinyal kontrol untuk menggerakkan motor dan berinteraksi dengan komponen lainnya.  
Fungsi: Pusat kendali utama yang mengkoordinasikan seluruh operasi robot, menjalankan algoritma kontrol untuk navigasi dan respons terhadap input sensor.
2. Sensor TCRT5000  
Alur Kerja: Terus memantau jalur dibawah robot, mengirimkan data posisi dan kondisi jalur secara real-time ke arduino, arduino menggunakan data ini untuk mengontrol gerakan robot agar mengikuti jalur dengan tepat.  
Fungsi: Pemantauan jalur presisi untuk navigasi robot, memberikan informasi posisi jalur kepada Arduino.
3. Sensor FC51  
Alur Kerja: Mendeteksi keberadaan hambatan di depan robot, mengirim sinyal ke arduino saat ada hambatan, arduino memberikan instruksi untuk menghentikan sementara gerakan robot.  
Fungsi: meletak barang pada saat robot berhenti sementara untuk diantarkan ke titik pemberhentian terakhir.
4. Saklar Pemutus Daya  
Alur Kerja: Mengontrol pasokan daya dari baterai ke seluruh sistem robot, memungkinkan pengguna menghidupkan atau mematikan robot.  
Fungsi: Pengelolaan daya dengan memberikan kontrol langsung atas pasokan daya.
5. Sensor Sentuh TTP223B  
Alur Kerja: Menerima input sentuhan dari pengguna, mengirimkan sinyal ke arduino saat sentuhan terdeteksi, arduino merespons sesuai dengan input pengguna.  
Fungsi: Memfasilitasi interaksi langsung dan intuitif dengan pengguna, digunakan untuk kalibrasi dan memberikan informasi kepada pengguna.
6. Baterai  
Alur Kerja: Memberikan daya kepada seluruh sistem robot, arduino memantau tingkat daya baterai secara terus-menerus, mengirimkan peringatan atau mengambil tindakan jika tingkat daya rendah.  
Fungsi: Sumber daya utama untuk mobilitas robot, monitoring daya untuk menjaga kelangsungan operasional.
7. Driver Motor L298N  
Alur Kerja: Menerima sinyal kontrol dari arduino, menggerakkan motor sesuai dengan instruksi yang diterima.  
Fungsi: Kontrol gerakan robot sesuai dengan kebutuhan dan algoritma kontrol, menjamin kestabilan dan presisi pergerakan.
8. Layar LCD dan Modul I2C  
Alur Kerja: Menerima data dari arduino terkait status operasional dan hasil sensor, menampilkan informasi visual kepada pengguna, memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dan melakukan pengaturan melalui antarmuka yang terintegrasi.  
Fungsi: Visualisasi informasi untuk pemantauan dan pemecahan masalah, antarmuka interaktif untuk interaksi pengguna yang mudah.
9. Motor DC  
Alur Kerja: Menerima sinyal kontrol dari *Driver* Motor L298N, menggerakkan roda atau mekanisme pergerakan lainnya pada robot sesuai dengan instruksi yang diterima.

Fungsi: Menyediakan gerakan fisik pada robot, digunakan dalam penggerak roda, dikendalikan oleh driver motor, yang pada gilirannya diatur oleh arduino untuk memberikan kontrol yang tepat terhadap pergerakan robot.

**2.2 Flowchart**

Flowchart adalah diagram alur yang digunakan untuk menggambarkan alur proses atau logika dari suatu sistem. Flowchart menggunakan simbol-simbol standar untuk menunjukkan aktivitas, kondisi, dan alur logika dari proses yang digambarkan. Flowchart bisa digunakan dalam berbagai bidang, seperti pengembangan perangkat lunak, perencanaan bisnis, dan manajemen proyek [17]. Flowchart dari rangkaian prototype robot pengantar barang dengan pengikot marka hitam berbasis mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Flowchart Robot Pengantar Barang

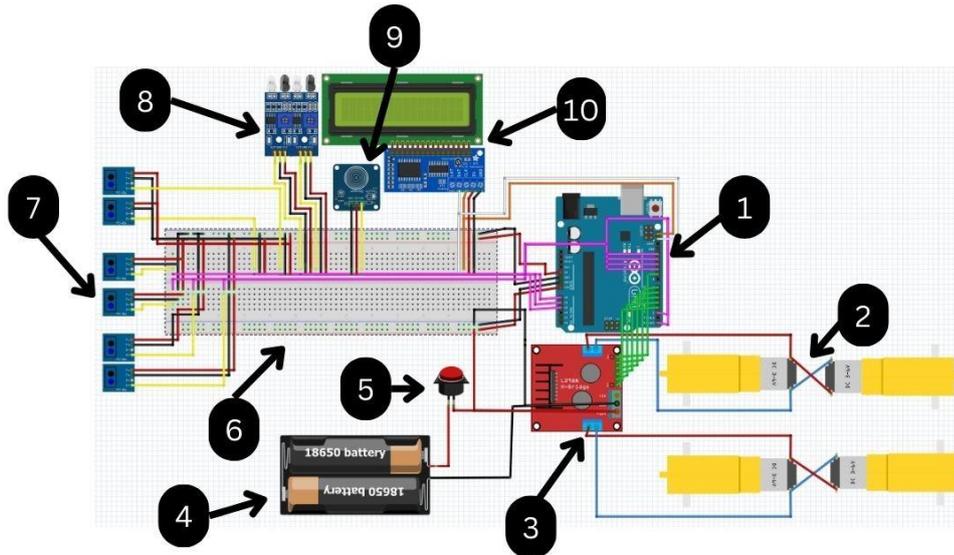
Penjelasan flowchart robot pengantar barang:

1. Arduino diaktifkan dan menginisialisasi semua sensor.
2. Pembacaan semua sensor TCRT5000 terdapat pada garis hitam sebagai titik awal dan titik akhir jika semua sensor TCRT5000 maka menghasilkan robot berhenti.
3. Robot berhenti pada semua sensor pada garis hitam dengan begitu user dapat memberikan perintah dengan menyentuh sensor TTP223B 2 kali untuk membuat robot berjalan.
4. Robot berjalan sesuai jalur.
5. Bila robot yang sedang berjalan mendeteksi halangan pada sensor IR FC-51 maka robot berhenti dan lcd menampilkan “SILAHKAN SENTUH TTP223B” (memberi perintah untuk menyentuh sensor sentuh TTP223B).
6. Robot sementara berhenti dengan begitu barang bisa diletakan untuk diantarkan. Bersamaan dengan ini LCD menampilkan “GESER PENGHALANG DEPAN ROBOT” ini terjadi jika masih ada penghalang yang terdeteksi dari sensor IR FC-51 .
7. Jika penghalang tidak terdeteksi maka LCD menampilkan sebuah perintah “SILAHKAN SENTUH TTP223B LAGI”.

8. Bila setelah sensor sentuh TTP223B disentuh lagi, maka menjadi y+1 (y adalah jumlah dari beberapa robot berhenti) serta robot akan berjalan lagi sesuai jalur.
9. Setelah robot tidak ada lagi sensor IR FC-51 mendeteksi halangan untuk memberhentikan robot dengan sementara, maka robot berjalan sesuai jalur sampai semua sensor TCRT5000 terdapat pada garis hitam maka robot berhenti serta lcd menampilkan “ROBOT TELAH BERHENTI (y) KALI” (y adalah jumlah dari beberapa robot berhenti) dan selesai.
10. Jika ingin menggunakan lagi bisa kembali ke langkah ke 3.

**2.3 Perancangan Rangkaian**

Gambar 3 menjelaskan rangkaian prototype robot pengantar barang dengan pengikot marka hitam berbasis mikrokontroller.



**Gambar 3.** Sketsa Rangkaian

Gambar 3 merupakan gambar dari rangkaian yang dibuat untuk membangun robot pengantar barang dengan pengikot marka hitam berbasis mikrokontroller. Tabel 1 adalah rincian alat-alat perancangan.

**Tabel 1.** Tabel Nama Komponen Rangkaian Robot

Nomor Kode Gambar	Nama Komponen
1	Arduino Uno
2	Motor DC
3	Driver L298N
4	Baterai
5	Saklar
6	Breadboard
7	Sensor TCRT5000
8	Sensor IR FC-51
9	Sensor Sentuh TTP223B
10	LCD +I2C

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Implementasi Sistem**

Robot pengantar barang ini dibuat dengan gabungan dari implementasi-impelmentasi dari pembacaan 6 sensor TCRT5000 yang berguna sebagai pendeteksi jalur, pembacaan sensor 2 FC-51 yang berguna sebagai pendeteksi halangan di depan untuk robot dapat berhenti sementara, driver L298N yang berguna sebagai perantara dari

arduino untuk menggerakkan motor DC, LCD I2C yang berguna sebagai memonitoring pada sebuah robot, pembacaan sensor TTP223B yang sebagai pengkalibrasi dan lain-lain.

### 3.2 Pengujian Alat

Pengujian sistem adalah langkah memastikan sistem berjalan dengan baik dan aman. Prosesnya melibatkan cek kinerja, keamanan, dan fungsi dari sistem tersebut. Hasilnya didokumentasikan, dan masalah diperbaiki untuk memastikan sistem memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik.

#### 3.2.1 Pengujian Robot Pada Driver L298N Terhadap Motor DC

Tabel 2 adalah pengujian driver L298N terhadap motor DC.

**Tabel 2.** Pengujian Driver L298N Terhadap Motor DC

Pengujian Driver L298N Terhadap Motor DC						
IN 1	IN 2	IN 3	IN 4	EN A	EN B	Kondisi
HIGH	LOW	HIGH	LOW	70	70	Maju
LOW	HIGH	LOW	HGH	100	100	Mundur
HIGH	LOW	LOW	LOW	120	0	Kanan
LOW	LOW	HIGH	LOW	0	120	Kiri
LOW	LOW	LOW	LOW	-	-	Berhenti

#### 3.2.2 Pengujian Robot Pada Sensor TCRT5000

Tabel 3 adalah pengujian sensor TCRT5000.

**Tabel 3.** Pengujian Sensor TCRT5000

Pembacaan Sensor TCRT 5000						
Kanan Luar	Kanan Dalam	Tengah Kanan	Tengah Kiri	Kiri Dalam	Kiri Luar	Kondisi Robot
HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	Berhenti
LOW	LOW	HIGH	HIGH	LOW	LOW	Maju Lurus
LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	Mundur
HIGH	HIGH	LOW	LOW	LOW	LOW	Kanan 1
HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	LOW	LOW	Kanan 2
LOW	HIGH	HIGH	LOW	LOW	LOW	Kanan 3
LOW	LOW	HIGH	LOW	LOW	LOW	Kanan 4
HIGH	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	Kanan 5
LOW	HIGH	LOW	LOW	LOW	LOW	Kanan 6
LOW	LOW	LOW	LOW	HIGH	HIGH	Kiri 1
LOW	LOW	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	Kiri 2
LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	HIGH	Kiri 3
LOW	LOW	LOW	HIGH	HIGH	LOW	Kiri 4
LOW	LOW	LOW	HIGH	LOW	LOW	Kiri 5
Bila kondisi yang berada diatas tidak ada						Berhenti

Catatan : Jika sensor berada di atas garis hitam maka pembacaan sensor menjadi HIGH

Jika sensor tidak berada di atas garis hitam maka pembacaan sensor menjadi LOW

#### 3.2.3 Pengujian Robot Pada Sensor IR FC-51

Tabel 4 adalah pengujian sensor IR FC-51.

**Tabel 4.** Pengujian Sensor IR FC-51

Pembacaan Sensor IR FC-51		
IR FC-51 (1)	IR FC-51 (2)	Kondisi
LOW	LOW	Ada Penghalang 1
HIGH	LOW	Ada Penghalang 2
LOW	HIGH	Ada Penghalang 3
HIGH	HIGH	Tidak Ada Penghalang

### 3.2.4 Pengujian Robot Pada Sensor TTP223B

Tabel 5 adalah pengujian sensor TTP223B.

**Tabel 5.** Pengujian Sensor TTP223B

TTP223B	Kondisi
HIGH	Disentuh
LOW	Tidak Disentuh

### 3.3 Hasil Akhir Dari Pengujian Robot

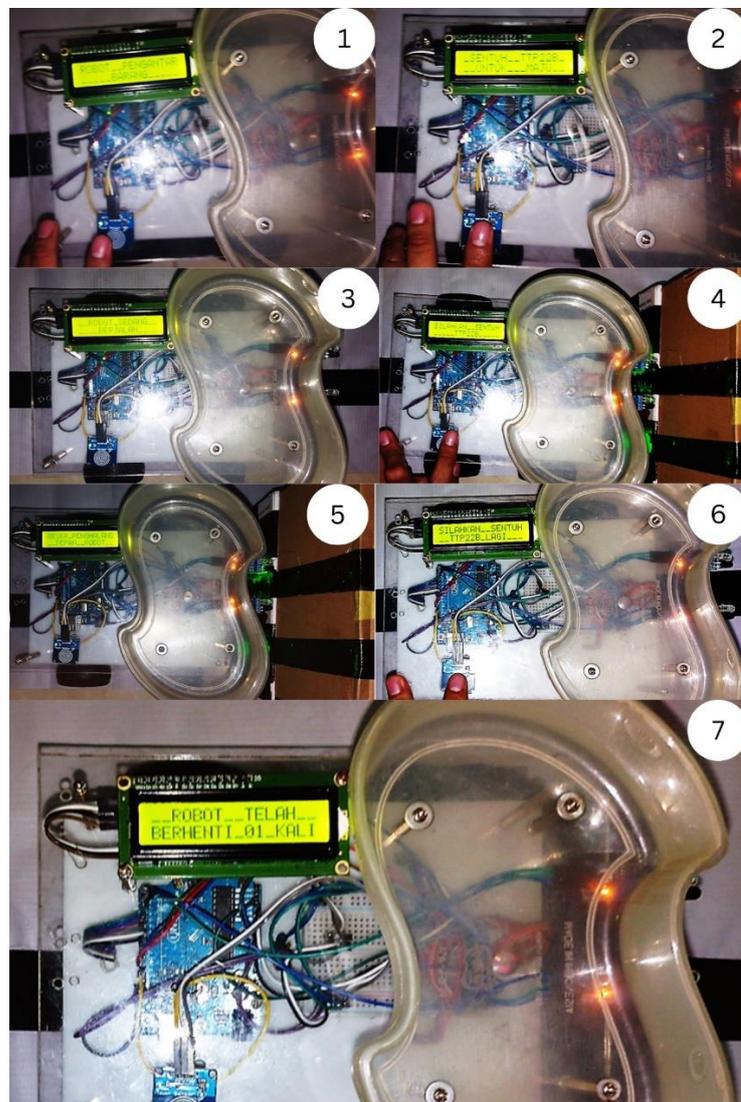
Hasil akhir dari pembuatan robot prototype robot pengantar barang pengikot marka hitam berbasis mikrokontroller yang dibuat berdasarkan hasil pengujian pada tabel 2, tabel 3, tabel 4 dan tabel 5. Dari hasil pengujian pada tabel tersebut yang digabungkan dan diubah sesuai keperluan dalam pembuatan robot prototype robot pengantar barang pengikot marka hitam berbasis mikrokontroller. Berikut tabel 6 merupakan pengujian hasil akhir dari robot.

**Tabel 6.** Pengujian Hasil Akhir Dari Robot

Tahap Pembacaan Nilai y	Tahap Pembacaan Sensor TCRT5000	Tahap Pembacaan FC-51	Tahap Sentuh 1x Sensor TTP223B	Tahap Sentuh 2x Sensor TTP223B	Tampilan Pada LCD	Kondisi Yang Terjadi Pada Robot	Keterangan Gambar
0	Robot terdapat dikondisi berhenti diatas semua garis	-	-	-	ROBOT PENGANTAR BARANG	Berhenti`	1
0	Robot terdapat dikondisi berhenti diatas semua garis	-	Disentuh	-	SENTUH TTP223B UNTUK MAJU	Berhenti	2
0	Robot terdapat dikondisi berhenti diatas semua garis	-	-	Disentuh	-	Robot maju	-
-	Robot terdapat dikondisi berjalan	-	-	-	ROBOT SEDANG BERJALAN	Robot berjalan	3
-	Robot terdapat dikondisi berjalan	Ada penghalang didepan robot	-	-	SILAHKAN SENTUH TTP223B	Berhenti Sementara	4
-	Robot terdapat dikondisi berjalan	Ada penghalang didepan robot	Disentuh	-	GESER PENGHALANG DEPAN ROBOT	Berhenti Sementara	5
-	Robot terdapat dikondisi berjalan	-	Disentuh	-	SILAHKAN SENTUH TTP223B LAGI	Berhenti Sementara	6

	Robot terdapat dikondisi berjalan	-	-	Disentuh	ROBOT SEDANG BERJALAN	Robot berjalan lagi dan y+1	-
y > 0	Robot terdapat dikondisi berhenti diatas semua garis	-	-	-	ROBOT TELAH BERHENTI (y) KALI	Berhenti dan menampilkan beberapa kali robot berhenti	7
y > 0	Robot terdapat dikondisi berhenti diatas semua garis	-	Disentuh	-	SENTUH TTP223B UNTUK MAJU	Berhenti dan kalibrasi pada nilai y ke 0	-

Gambar 4 adalah gambar yang diambil pada pengujian akhir dari robot.



**Gambar 4.** Pengujian Hasil Akhir Dari Robot

Keterangan yang pada gambar 4 sebagai berikut:

1. Memberi penjelasan bahwa sensor TCRT5000 berada dalam kondisi berhenti di atas garis.
2. Memberi penjelasan bahwa sentuhan pertama berguna untuk memberitahu, pada sentuhan kedua robot akan maju atau berjalan.
3. Memberi penjelasan bahwa robot sedang berjalan dikarenakan sensor TCRT5000 berada dalam kondisi maju, mundur, kanan, dan kiri yang merujuk dari tabel 3.
4. Memberi penjelasan bahwa robot berhenti sementara dikarenakan sensor FC-51 adanya penghalang terdeteksi dan memerintahkan untuk menyentuh sensor TTP223B sedangkan sensor TCRT5000 masih berada dalam kondisi maju, mundur, kanan, dan kiri.
5. Memberi penjelasan bahwa robot masih berada dalam kondisi berhenti sementara digunakan untuk meletak barang dan sambil menggeser penghalangnya.
6. Memberi penjelasan bahwa robot akan berjalan setelah barang diletakkan setelah tidak adanya penghalang berada di depan robot dan menyentuh sensor TTP223B lagi. Sentuhan dalam kondisi ini juga berguna untuk menambahkan beberapa kali robot berhenti.
7. Memberi penjelasan bahwa robot kembali berada dalam kondisi berhenti di atas garis dan memberi informasi banyaknya robot berhenti dalam perjalanan dari robot yang berhenti sementara digunakan untuk meletak barang.

#### 4. KESIMPULAN

Robot pengantar barang pengikut marka hitam berbasis mikrokontroler yang berguna sebagai robot pengantar dan pengambilan barang dan robot mudah untuk dioperasikan sehingga bisa dipakai semua orang, robot ini memiliki 6 sensor TCRT5000 yang berguna sebagai pembacaan dari marka jalan sehingga robot bisa mengikuti jalur hitam yang sudah dibuat dengan baik. Robot ini memiliki 2 sensor FC-51 yang berguna sebagai pendeteksi halangan di depan robot sehingga dapat berhenti sementara, robot ini juga memiliki sensor sentuh TTP223B yang berguna sebagai konfirmasi bahwa robot berada dalam kondisi berhenti sementara yang terdeteksi dari 2 sensor FC-51 untuk meletak barang, sebagai konfirmasi berhenti sementara untuk mengetahui banyaknya kondisi ini terjadi, dan sebagai pengkalirasian ketika robot berada titik akhir.

#### REFERENCES

- [1] M. Basri dan I. Wahira, "ROBOT LINE FOLLOWER PEMINDAH BARANG BERDASARKAN WARNA BERBASIS MIKROKONTROLER," *MOSFET*, vol. 2, no. 2, hlm. 11–15, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.umpar.ac.id/indeks/jmosfet•11>
- [2] A. Z. Hasibuan dan M. S. Asih, "Rancang Bangun Robot Vacuum Cleaner Berbasis Mikrokontroler dengan Pengendali Smartphone Android," *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan)*, vol. 4, no. 1, hlm. 116–120, Sep 2019, doi: 10.30743/infotekjar.v4i1.1297.
- [3] N. E. Budiyanata, H. Tanudjaja, dan M. Mulyadi, "Rancang Bangun Robot Line Follower Portable Sebagai Upaya Minimalisasi Sampah Elektronik di Ranah Robotika," *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 20, no. 2, hlm. 148–156, Feb 2019, doi: 10.24912/tesla.v20i2.2991.
- [4] Y. Yudianingsih, E. L. Utari, dan I. Mustiadi, "Sistem Perancangan Robot Pemindah Barang Berbasis Line Follower," *Respati*, vol. 17, no. 1, hlm. 36–43, Mar 2022, doi: 10.35842/jtir.v17i1.439.
- [5] M. S. Asih, A. Z. Hasibuan, dan N. I. Syahputri, "Pendingin Otomatis Akuarium Menggunakan Mikrokontroler," *Jurnal Teknologi dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, vol. 1, no. 1, hlm. 66–70, Apr 2018, doi: 10.34012/jutikomp.v1i1.327.
- [6] A. Zein, "PENGELOLAAN SISTEM PARKIR DENGAN MENGGUNAKAN LONG RANGE RFID READER BERBASIS ARDUINO UNO," *Jurnal Ilmu Komputer JIK*, vol. 06, no. 02, hlm. 32–37, Jul 2023.
- [7] A. Nego, A. Setiawan, dan C. Bella, "RANCANGAN BANGUN PROTOTIPE PROGRAM CERDAS PERPAKIRAN MOBIL MEMANFAATKAN TCRT5000 BERBASIS ARDUINO DENGAN KENDALI TERPUSAT," *Portaldata.org*, vol. 1, no. 3, hlm. 1–20, Des 2021.
- [8] Ta'ali, W. Khairat, Habibullah, dan J. Sardi, "Pengaruh Jarak Terhadap Sensitivitas Sensor Warna TCS3200," *JTEIN*, vol. 4, no. 1, hlm. 67–74, Feb 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i1.340.
- [9] M. Muhammad, "RANCANG BANGUN SISTEM SMART PARKING KAMPUS JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY DENGAN MONITORING VIA APLIKASI JGU-PARKING," *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, vol. 13, no. 1, hlm. 348–364, Nov 2023, doi: 10.36499/psnst.v13i1.9792.
- [10] M. S. Yoski dan R. Mukhaiyar, "Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Ultrasonik," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 6, no. 1, hlm. 296–305, Nov 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.67.

- 
- [11] S. Arsella, M. Fadhli, dan L. Lindawati, “Optimasi Pertumbuhan Jamur Tiram Melalui Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Teknologi IoT,” *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, vol. 6, no. 1, hlm. 34–42, Apr 2023, doi: 10.31598/jurnalresistor.v6i1.1405.
- [12] M. I. Esario dan M. Yuhendri, “Kendali Kecepatan Motor DC Menggunakan DC Chopper Satu Kuadran Berbasis Kontroller PI,” *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, hlm. 296, Feb 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.108005.
- [13] Kamal, U. Mahanin Tyas, A. Apri Buckhari, dan Pattasang, “IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL,” *TEKNOS*, vol. 1, no. 1, hlm. 1–10, Apr 2023.
- [14] Bosar Panjaitan dan Irfan Aprian Iswandana, “SISTEM MONITORING KETINGGIAN DAN KECEPATAN BANJIR MELALUI WEB DAN PERINGATAN DINI MELALUI TELEGRAM BERBASIS NODE MCU,” *JURNAL LIMITS*, vol. 18, no. 01, hlm. 8–18, Mar 2023, doi: 10.59134/jlmt.v18i01.201.
- [15] A. Satya Putra dan A. Aribowo, “PENELITIAN AWAL PERANCANGAN SISTEM SMART HAND WASH ASSISTANT MENGGUNAKAN APLIKASI TINKERCAD,” *INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT*, vol. 7, no. 2, hlm. 50–54, Jan 2022, doi: 10.19166/xxxx.
- [16] “The ultimate guide to block diagrams,” Miro. Diakses: 24 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://miro.com/diagramming/what-is-a-block-diagram/>
- [17] Amira K, “Apa Itu Flowchart: Pengertian Menurut Ahli, Fungsi, dan Jenisnya,” Gramedia Blog. Diakses: 24 Juli 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.gramedia.com/literasi/flowchart/>