

**RANCANG BANGUN ROBOT *LINE FOLLOWER* UNTUK
PENGANTARAN MAKANAN DENGAN INTEGRASI TAG RFID
SEBAGAI *CHECKPOINT***

TUGAS AKHIR

OLEH:

ALDI SETIAWAN

NIM 210532516409



**UNIVERSITAS NEGERI MALANG
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA SISTEM ELEKTRONIKA
JANUARI 2025**

**RANCANG BANGUN ROBOT *LINE FOLLOWER* UNTUK
PENGANTARAN MAKANAN DENGAN INTEGRASI TAG RFID
SEBAGAI *CHECKPOINT***

TUGAS AKHIR
diajukan kepada
Universitas Negeri Malang
untuk memenuhi salah satu persyaratan
dalam menyelesaikan program Sarjana Terapan
D4 Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika

OLEH:
ALDI SETIAWAN
NIM 210532516406

**UNIVERSITAS NEGERI MALANG
FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA SISTEM ELEKTRONIKA
JANUARI 2025**

RINGKASAN

Setiawan, Aldi. 2025. *Rancang Bangun Robot Line Follower Untuk Pengantaran Makanan Dengan Integrasi Rfid Sebagai Checkpoint*. Tugas Akhir, D4 Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Fakultas Vokasi. Universitas Negeri Malang. Pembimbing: Dr. Muladi, S.T, M.T

Kata Kunci: RFID, Robot, Pelayanan, Efisiensi, Checkpoint, Line Follower

Penelitian ini berfokus pada pengembangan robot *line follower* untuk pengantaran makanan dengan integrasi teknologi RFID sebagai checkpoint, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan dalam sektor pelayanan makanan. Dengan munculnya restoran yang menggunakan robot sebagai pelayan, teknologi robotika telah menjadi solusi inovatif yang tidak hanya meningkatkan efisiensi pelayanan, tetapi juga memberikan pengalaman unik bagi konsumen. Robot-robot ini memanfaatkan teknologi pelacakan garis untuk menavigasi jalur yang telah ditentukan, sehingga dapat mengantarkan makanan secara otonom dan akurat, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan daya saing restoran di pasar yang semakin kompetitif.

Sektor pelayanan makanan di Indonesia menghadapi berbagai tantangan, seperti keterlambatan dalam pengantaran makanan dan kualitas pelayanan yang rendah, terutama pada jam sibuk. Penelitian menunjukkan bahwa ketergantungan pada tenaga manusia dalam sistem pengantaran sering kali menyebabkan masalah ini, yang berdampak negatif pada kepuasan pelanggan dan profitabilitas usaha. Dengan mengimplementasikan robot *line follower* yang dilengkapi dengan teknologi RFID, penelitian ini menawarkan solusi untuk mengatasi masalah tersebut, meningkatkan akurasi pengantaran, dan memungkinkan pemantauan real-time terhadap status pengantaran makanan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun robot pengantar makanan yang dapat mengikuti garis dengan integrasi RFID sebagai checkpoint. Dengan pendekatan ini, diharapkan robot tidak hanya mampu melakukan pengantaran dengan efisien, tetapi juga dapat memastikan bahwa makanan yang

dikirim memenuhi standar kualitas yang diharapkan. Penelitian ini memiliki urgensi yang tinggi, mengingat meningkatnya permintaan akan layanan pengantaran yang cepat dan efisien, terutama dalam konteks situasi global saat ini yang mendorong perubahan dalam cara masyarakat berinteraksi dan bertransaksi.

SUMMARY

Setiawan, Aldi. 2025. *Rancang Bangun Robot Line Follower Untuk Pengantaran Makanan Dengan Integrasi Rfid Sebagai Checkpoint*. Tugas Akhir, D4 Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Fakultas Vokasi. Universitas Negeri Malang. Pembimbing: Dr. Muladi, S.T, M.T

Keywords: *RFID, Robots, Service, Efficiency, Checkpoints*

This research focuses on the development of a *line follower* robot for food delivery with the integration of RFID technology as a checkpoint, aimed at improving efficiency and service quality in the food service sector. With the emergence of restaurants using robots as servers, robotic technology has become an innovative solution that not only enhances service efficiency but also provides a unique experience for consumers. These robots utilize line tracking technology to navigate predetermined paths, allowing them to autonomously and accurately deliver food, which in turn can increase customer satisfaction and the competitiveness of restaurants in an increasingly competitive market.

The food service sector in Indonesia faces various challenges, such as delays in food delivery and low service quality, especially during peak hours. Research shows that reliance on human labor in the delivery system often leads to these issues, negatively impacting customer satisfaction and business profitability. By implementing a line follower robot equipped with RFID technology, this research offers a solution to address these problems, improve delivery accuracy, and enable real-time monitoring of food delivery status.

This research aims to design and develop a food delivery robot capable of line following with RFID integration as checkpoints. Through this approach, the robot is expected not only to deliver efficiently but also to ensure that the delivered food meets the expected quality standards. This research holds high urgency, given the increasing demand for fast and efficient delivery services, especially in the current global context, which encourages changes in how society interacts and transacts.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan ke pada Tuhan Yesus Kristus atas kasih karunia dan penyertaan-Ny, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Robot *Line Follower* Untuk Pengantaran Makanan Dengan Integrasi RFID Sebagai *Checkpoint*.” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Fakultas Vokasi Universitas Negeri Malang.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, dengan segenap hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Yesus Kristus atas berkah, rahmat, nikmat, dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu menyertakan doa, memberikan kepercayaan serta dukungannya dalam setiap langkah penulis.
3. Dr. Muladi, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Vokasi Universitas Negeri Malang dan dosen pembimbing yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan lancar.
4. Achmad Hamdan, S.Pd, M.Pd. selaku Ketua Prodi D4 Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan lancar.
5. Teman – teman D4 Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika yang tidak dapat disebut satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat di harapkan demi kesempurnaan proposal tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap semoga apa yang telah penulis selesaikan ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Penulis

Aldi Setiawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Manfaat Penelitian.....	3

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teknologi robotika dalam sektor pelayanan makanan telah mengalami perkembangan yang signifikan, terutama dengan munculnya restoran yang menggunakan robot sebagai pelayan. Restoran Robot Pelayan, misalnya, memanfaatkan robot untuk mengantarkan makanan dan minuman kepada pelanggan, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi pelayanan tetapi juga memberikan pengalaman unik bagi konsumen (Andika & Megawati, 2023). Pengembangan robot pengantar makanan di restoran, bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan. Robot-robot ini biasanya menggunakan teknologi pelacakan garis, memanfaatkan sensor untuk menavigasi jalur yang telah ditentukan sebelumnya dan mengantarkan makanan ke meja yang ditentukan (Lubis, 2018; Kurniawan et al., 2021; Ariski et al., 2024). Desain robot yang menarik dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan menciptakan pengalaman yang lebih positif (Koamesah, 2023). Dalam konteks di Indonesia, yang mana industri makanan dan minuman terus berkembang, penerapan teknologi robotika dapat menjadi strategi penting untuk menarik pelanggan dan meningkatkan daya saing. Penelitian menunjukkan bahwa inovasi dalam pelayanan, termasuk penggunaan robot, dapat meningkatkan penerimaan pasar dan kepuasan pelanggan (Muhajir, 2024; Negara & Kristinae, 2018).

Sektor pelayanan makanan di Indonesia menghadapi berbagai permasalahan yang dapat mempengaruhi kualitas layanan dan kepuasan pelanggan. Salah satu isu utama adalah keterlambatan dalam pengantaran makanan, terutama pada saat jam sibuk. Hal ini sering kali disebabkan oleh sistem pengantaran yang masih bergantung pada tenaga manusia dan kurangnya efisiensi dalam proses pelayanan (Parenrengi, 2021). Selain itu, kualitas pelayanan yang rendah juga menjadi masalah signifikan. Penelitian menunjukkan bahwa waktu penyajian makanan yang tidak optimal dapat mengurangi kepuasan pelanggan dan mempengaruhi profitabilitas usaha (Purwojatmiko, 2023).

Robot *line follower* telah muncul sebagai kemajuan teknologi yang signifikan dalam bidang sistem pengiriman otomatis, terutama dalam aplikasi

pengiriman makanan. Robot-robot ini dirancang untuk menavigasi jalur yang telah ditentukan sebelumnya secara otonom, biasanya ditandai dengan garis kontras di tanah, yang memungkinkan mereka untuk mengangkut barang secara efisien sambil meminimalkan intervensi manusia. Operasi dasar robot pelacak garis didasarkan pada penggunaan sensor, seperti photodiode atau resistor tergantung cahaya (LDR), yang mendeteksi kontras warna garis terhadap permukaan latar belakang. Konfigurasi umum melibatkan garis hitam pada permukaan putih, memungkinkan robot untuk mengikuti jalur dengan akurat (Dewantoro et al., 2021; Ma'arif et al., 2020). Studi terbaru telah menunjukkan efektivitas robot pelacak garis dalam berbagai aplikasi. Misalnya, sebuah penelitian menyoroti penggunaan robot pelacak garis yang dirancang untuk membantu dalam pengelolaan sampah di pusat perbelanjaan, menunjukkan kemampuannya untuk menavigasi dan mengikuti jalur tertentu ke tempat sampah yang ditentukan (Oktarina et al., 2017). Implementasi robot-robot ini dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional di lingkungan seperti restoran atau pusat perbelanjaan, di mana mereka dapat secara otonom mengirimkan makanan atau barang lain ke lokasi yang ditentukan (Oktarina et al., 2017).

Teknologi RFID semakin banyak digunakan dalam robotika *mobile* karena kelebihanannya, termasuk biaya rendah, komunikasi tanpa kontak, dan kemampuan untuk beroperasi di lingkungan di mana sensor tradisional yang memerlukan garis pandang mungkin gagal (Liu et al., 2015; Yang et al., 2012). Sebagai contoh, penggunaan sistem RFID UHF pasif memungkinkan robot untuk bernavigasi dengan mendeteksi tag RFID yang ditempatkan di lokasi strategis, yang dapat berfungsi sebagai penanda untuk mengikuti jalur (Liu et al., 2012; Mi & Takahashi, 2016). Metode ini tidak hanya memfasilitasi lokalisasi mandiri robot tetapi juga memungkinkannya untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan, seperti keberadaan rintangan atau target dinamis. Hal ini sangat penting dalam skenario pengiriman makanan, di mana jalur mungkin tidak selalu tetap (Mylonopoulos et al., 2021). Selain itu, desain dan implementasi robot *line-following* berbasis RFID telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam berbagai aplikasi, termasuk transportasi barang di ruang terbatas seperti rumah sakit atau restoran (Abdulmuttalib et al., 2018; Poberznik et al., 2021). Robot-robot ini dapat secara

mandiri mengikuti jalur yang telah ditentukan sambil memanfaatkan tag RFID untuk melakukan penyesuaian rute secara *real-time*, memastikan pengiriman makanan yang tepat waktu. Kemampuan untuk menggabungkan RFID dengan sensor lain, seperti odometri, meningkatkan kemampuan robot untuk mempertahankan trajektorinya bahkan di lingkungan yang tidak dikenal (Liu et al., 2012; Corrales & Salichs, 2011).

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk merancang dan mengembangkan robot *line follower* inovatif yang dapat digunakan dalam pengantaran makanan. Robot ini dilengkapi dengan teknologi RFID sebagai sistem *checkpoint*, sehingga memungkinkan pengiriman dilakukan secara lebih efisien dan akurat. Dengan navigasi berbasis jalur yang telah ditentukan dan kemampuan pemantauan *real-time* terhadap status pengantaran, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan serta akurasi proses pengantaran makanan. Selain itu, integrasi teknologi ini menawarkan potensi untuk mengoptimalkan rute pengiriman dan memberikan solusi yang lebih ramah lingkungan di sektor pengantaran makanan. Inovasi ini juga berkontribusi pada pengembangan teknologi robotika sekaligus membuka peluang aplikasi yang lebih luas dalam industri logistik dan layanan makanan.

Urgensi penelitian ini terletak pada meningkatnya kebutuhan akan sistem pengantaran makanan yang lebih cepat, aman, dan andal di era digital. Dengan melonjaknya permintaan layanan pengantaran, berbagai tantangan seperti kesalahan dalam pengiriman, keterlambatan, dan masalah keamanan menjadi perhatian utama. Solusi yang ditawarkan melalui penelitian ini, yaitu integrasi robot *line follower* dengan teknologi RFID, dapat mengatasi tantangan tersebut dengan memberikan layanan yang lebih akurat dan efisien. Selain itu, sistem ini memungkinkan penghematan biaya operasional dan pengurangan dampak lingkungan, menjadikannya relevan dengan kebutuhan keberlanjutan saat ini. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya mendukung pengembangan teknologi robotika tetapi juga memberikan manfaat yang signifikan bagi industri makanan dan logistik.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Robot *Line Follower* Untuk Pengantaran Makanan Dengan Integrasi RFID Sebagai *Checkpoint*”. Penulis berharap penelitian ini akan

menjadi sumber referensi yang bermanfaat bagi pengguna sensor maupun peneliti selanjutnya.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun robot *line follower* yang mampu mengikuti jalur secara mandiri dengan akurasi tinggi untuk mendukung pengantaran makanan?
2. Bagaimana mengintegrasikan teknologi RFID tag sebagai *checkpoint* untuk membantu robot dalam menentukan lokasi atau tujuan pengiriman makanan?
3. Bagaimana memastikan sistem robot dapat beroperasi secara efisien dan andal di lingkungan yang dinamis, seperti restoran atau area dengan banyak rintangan?

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini Fokus pada integrasi sensor untuk navigasi dan RFID sebagai *checkpoint*
2. Pengujian dilakukan dalam lingkungan indoor yang terkontrol, seperti restoran atau pusat distribusi.
3. Penelitian ini tidak mencakup aplikasi pengantaran skala besar di luar ruangan.

D. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Penulis dapat Memastikan kualitas dan keamanan makanan dengan sistem pelacakan berbasis RFID.
2. Penelitian ini dapat memberikan menjadi dasar untuk pengembangan sistem pengantaran otomatis di masa depan.
3. Hasil ini mendorong literasi teknologi dan penerimaan masyarakat terhadap teknologi robotika dalam kehidupan sehari-hari.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Konsep Dasar Robot *Line Follower*

1. Pengertian Robot *Line Follower*

Line follower robot pada dasarnya adalah suatu robot yang dirancang agar dapat beroperasi secara otomatis bergerak mengikuti alur garis yang telah dibuat diatas lantai. Konsep dasar dalam pengoprasian *line follower* robot bergantung pada pembacaan sistem sensor dan pengaturan gerak dari motor DC. Adapun dasar pengoprasian *Line follower* robot secara lengkap adalah sebagai berikut :

1. Robot dilengkapi dengan sensor optik yang diletakkan di ujung depan dari robot tersebut. Sensor merupakan suatu piranti elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran-besaran fisik yang ada di alam menjadi besaran elektrik yang dapat dimengerti oleh rangkaian elektronika. Dari sudut pandang robot, sensor dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu sensor lokal (*on-board*) yang dipasang di tubuh robot, dan sensor global yaitu sensor yang diinstall diluar robot tapi masih dalam lingkungannya dan data sensor global ini dikirim balik ke robot melalui komunikasi nirkabel (Pitowarno, 2006). Dalam perancangan sebuah *line follower* robot, sensor merupakan salah satu bagian sistem terpenting. Karena kemampuan robot untuk mengikuti garis, akan tergantung pada aktivitas dan sensitifitas sensornya. Sensor *line follower* robot biasanya menggunakan sensor intensitas cahaya yang difungsikan untuk mendeteksi adanya garis putih pada lapangan dengan warna hitam ataupun mendeteksi garis hitam pada alas berwarna putih. Alasan penggunaan sensor intensitas cahaya yaitu pertimbangan kemudahan pembacaan garis oleh sensor melalui pantulan cahaya yang diterimanya. *Photo-reflectors*, *photo-transsistors* ataupun *photo-dioda* merupakan beberapa contoh sensor yang menggunakan intensitas cahaya dan biasa digunakan pada rangkaian sensor *line follower* robot. Kesemuanya pada dasarnya menggunakan prinsip infra red atau pantulan dari led.
2. Mengendalikan robot diatas *track*, digunakan beberapa pengendali mekanik, dan yang digunakan disini digunakan motor DC sebagai penggeraknya

kemudian menggunakan sebuah pengontrol untuk mengendalikan motor tersebut dengan algoritma dan aturan yang disesuaikan pula.

3. Pengendalian kecepatan sangat bergantung pada batas putaran dan gesekan antara ban robot dengan lantainya.
4. Ada dua jenis garis yang mampu dibaca oleh *Line follower* robot. Garis putih dan garis hitam. Sesuai dengan setting yang ditentukan. Biasanya lebarnya berkisar antara 15 – 25 mm.

2. Prinsip Kerja Robot *Line Follower*

Robot *line follower* adalah robot bergerak otonom yang dirancang untuk mengikuti jalur yang telah ditentukan, biasanya ditandai dengan garis kontras di permukaan tanah, seperti garis hitam di permukaan putih atau sebaliknya. Prinsip dasar di balik pengoperasiannya melibatkan penggunaan sensor untuk mendeteksi garis dan sistem kontrol untuk menyesuaikan pergerakan robot. Sensor, seringkali berupa resistor peka cahaya (LDR) atau sensor inframerah (IR), memainkan peran penting dalam mendeteksi keberadaan garis dan memandu robot di sepanjang lintasannya (Latif et al., 2020; Dewantoro et al., 2021; Ma'arif et al., 2020; Yıldız et al., 2020).

B. Komponen Utama pada Robot *Line Follower*

1. Sensor garis

Sensor garis adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi dan mengikuti jalur tertentu, umumnya berupa garis yang kontras dengan latar belakangnya. Dalam konteks robotika, sensor garis berfungsi sebagai alat navigasi yang memungkinkan robot untuk bergerak secara otomatis mengikuti pola yang telah ditentukan. Sensor ini sering kali menggunakan teknologi fotodioda atau inframerah untuk mendeteksi perbedaan warna antara garis dan permukaan di sekitarnya (Nirmala, 2018; Harsinta & Nursari, 2020; Aryani et al., 2015).

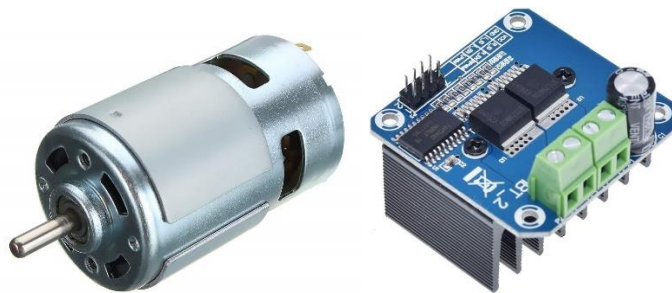
Salah satu aplikasi utama dari sensor garis adalah dalam robot *line follower*, yang dirancang untuk mengantarkan barang atau makanan secara otomatis di restoran modern. Robot ini memanfaatkan sensor garis untuk mendeteksi lintasan dan menghindari rintangan dengan bantuan sensor ultrasonik (Ariski, 2024). Penggunaan sensor garis dalam robotika tidak hanya terbatas pada pengantaran barang, tetapi juga mencakup berbagai aplikasi seperti pembersihan otomatis, di

mana robot mengikuti jalur yang telah ditentukan untuk membersihkan area tertentu (Faraby et al., 2017).

2. Motor Dan Driver Motor

Motor dan driver motor adalah komponen penting dalam sistem robot line follower, yang berfungsi untuk menggerakkan robot mengikuti garis yang telah ditentukan. Motor, dalam konteks ini, merujuk pada perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menghasilkan gerakan. Sementara itu, driver motor berfungsi sebagai pengendali yang mengatur arus dan tegangan yang diberikan ke motor, sehingga memungkinkan kontrol yang lebih presisi terhadap kecepatan dan arah gerakan motor.

Motor DC adalah jenis motor yang sering digunakan dalam aplikasi robot line follower karena kemampuannya untuk memberikan kontrol kecepatan yang baik dan respons yang cepat. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Prabowo dan Putra, pengujian motor DC menunjukkan variasi arus yang signifikan tergantung pada beban yang diterapkan, yang berkisar antara 53 hingga 1024 mA (Prabowo & Putra, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa motor DC dapat beroperasi dengan efisiensi yang baik dalam berbagai kondisi beban, yang sangat penting untuk aplikasi robotik. Driver motor, seperti yang dijelaskan dalam penelitian oleh Adam et al., berfungsi untuk mengontrol motor DC dengan menggunakan sinyal dari mikrokontroler. Penelitian ini menunjukkan pentingnya driver motor dalam mengatur kecepatan dan arah motor (Adam et al., 2022).



Gambar 2.1 Motor Dc Dan Driver Motor BTS7960

3. Mikrokontroler

Mikrokontroler pada robot *line follower* memainkan peran penting dalam pengendalian dan navigasi robot tersebut. Robot *line follower* adalah jenis robot yang dirancang untuk mendeteksi dan mengikuti garis yang digambar di permukaan, menggunakan berbagai sensor, seperti sensor inframerah (IR) dan sensor ultrasonik. Mikrokontroler, sebagai otak dari robot, bertanggung jawab untuk memproses data dari sensor dan mengendalikan motor untuk menjaga robot tetap pada jalur yang benar.

Salah satu implementasi yang menarik adalah penggunaan mikrokontroler ESP32 dalam pengembangan robot *line follower* yang juga dilengkapi dengan sistem deteksi rintangan. Dalam penelitian ini, robot dapat mengikuti garis sambil mendeteksi rintangan di jalurnya dan menghentikan pergerakannya jika ada halangan yang terdeteksi (Pazil et al., 2022). Penggunaan mikrokontroler ini memungkinkan pemrograman yang fleksibel dan integrasi dengan berbagai sensor, yang sangat penting untuk aplikasi robotika modern.



Gambar 2.2 Wroom32

C. Teknologi RFID

1. Pengertian dan Fungsi RFID

Sensor RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah teknologi yang menggunakan gelombang radio untuk mengidentifikasi dan melacak objek secara otomatis. Sensor ini terdiri dari tag RFID yang menyimpan informasi dan *reader* yang membaca informasi tersebut melalui gelombang radio. Fungsi utama dari sensor RFID adalah untuk mengumpulkan data secara efisien dan akurat, serta

meningkatkan manajemen dan kontrol dalam berbagai aplikasi, mulai dari logistik hingga kesehatan.

Salah satu fungsi penting dari sensor RFID adalah kemampuannya untuk mengintegrasikan teknologi sensor dengan sistem identifikasi. RFID dapat berfungsi sebagai sensor dengan memanfaatkan energi dari gelombang radio untuk mengaktifkan sirkuit dan melakukan fungsi penginderaan, seperti yang dijelaskan oleh Meng dan Li (Meng & Li, 2016). Mereka menunjukkan bahwa sensor RFID pasif dapat mengumpulkan data dari lingkungan dan menyimpannya di chip RFID untuk diakses oleh *reader*. Hal ini sangat berguna dalam aplikasi pemantauan kesehatan dan penginderaan jarak jauh. Selain itu, RFID juga berperan dalam pengembangan jaringan sensor yang lebih kompleks. Buettner et al. (2008) mengemukakan bahwa jaringan sensor RFID dapat dibangun dengan menggunakan perangkat seperti Intel WISP, yang tidak hanya berfungsi sebagai tag tetapi juga dilengkapi dengan sensor seperti akselerometer. Ini menunjukkan bahwa RFID dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan penginderaan dan pengolahan data secara *real-time*, menjadikannya alternatif yang menarik untuk aplikasi sensor kecil yang memerlukan daya tahan lama.

2. Komponen Sistem RFID

a. RFID Tag

Tag RFID adalah perangkat elektronik kecil yang terdiri dari sebuah microchip dan sebuah antena, yang dirancang untuk mengirimkan data secara nirkabel melalui gelombang radio. Tag ini dapat diklasifikasikan ke dalam tiga jenis utama: pasif, aktif, dan semi-pasif. Tag RFID pasif tidak memiliki sumber daya dan bergantung pada energi dari sinyal pembaca RFID untuk beroperasi, sementara tag aktif berisi baterai dan dapat mengirimkan sinyal secara mandiri. Tag semi-pasif juga memiliki baterai tetapi bergantung pada pembaca eksternal untuk memulai komunikasi (Suresh et al., 2020).

Kinerja sistem RFID dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk orientasi tag, kondisi lingkungan, dan keberadaan interferensi dari perangkat elektronik lain. Penelitian telah menunjukkan bahwa orientasi tag relatif terhadap antena pembaca secara signifikan memengaruhi tingkat pembacaan, dengan kinerja

optimal dicapai ketika tag diposisikan tegak lurus terhadap medan pembaca (Doornweerd et al., 2023).

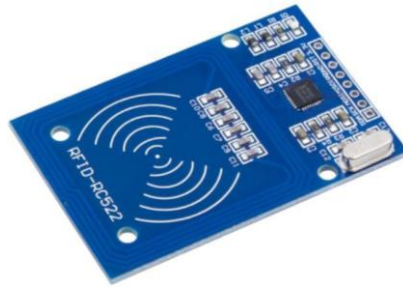


Gambar 2.3 Tag RFID

b. RFID reader

Radio Frequency Identification (RFID) reader adalah perangkat yang berfungsi untuk membaca data yang tersimpan dalam RFID tag atau kartu. Teknologi ini memanfaatkan gelombang elektromagnetik untuk mentransfer informasi antara tag dan reader tanpa memerlukan kontak fisik langsung. RFID reader beroperasi dengan cara mengirimkan sinyal radio yang mengaktifkan RFID tag, yang kemudian mengirimkan kembali informasi yang tersimpan di dalamnya. Proses ini memungkinkan identifikasi dan pelacakan objek secara otomatis dan efisien dalam berbagai aplikasi, mulai dari sistem absensi hingga pengelolaan aset.

RFID reader juga digunakan dalam sistem keamanan dan akses kontrol. Rachmat dan Hutabarat menunjukkan bahwa RFID dapat digunakan untuk membatasi akses ke ruangan tertentu, dengan semua aktivitas pengguna yang terdeteksi dan dicatat dalam sistem database (Rachmat & Hutabarat, 2014). Selain itu, penelitian oleh Dewi menyoroti bagaimana RFID reader dapat membuka pintu secara otomatis, meningkatkan keamanan dengan memantau waktu akses pada platform berbasis web (Dewi, 2025). Ini menunjukkan bahwa RFID reader memiliki potensi besar dalam meningkatkan keamanan fisik di berbagai lingkungan.



Gambar 2.4 RC522

3. Prinsip Kerja RFID

Prinsip kerja RFID dapat dikategorikan berdasarkan pita frekuensi yang digunakan: frekuensi rendah (LF), frekuensi tinggi (HF), dan frekuensi ultra-tinggi (UHF). Sistem RFID LF dan HF beroperasi terutama melalui kopling medan dekat, di mana pembaca dan tag berkomunikasi melalui kopling induktif. Ini melibatkan transfer energi antara antenna pembaca dan tag, berfungsi mirip dengan transformator (Bhaskar & Singh, 2021). Sebaliknya, sistem RFID UHF menggunakan komunikasi medan jauh, bergantung pada modulasi hamburan balik. Dalam metode ini, tag memantulkan sinyal pembaca kembali kepadanya, memungkinkan jarak baca yang lebih jauh dan kemampuan untuk membaca beberapa tag secara bersamaan (Du et al., 2013).

4. Implementasi RFID dalam Sistem *Checkpoint*

Implementasi teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) dalam sistem checkpoint telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam berbagai aplikasi. RFID berfungsi sebagai alat identifikasi otomatis yang menggunakan gelombang radio untuk mentransmisikan data antara tag dan *reader*. Dalam konteks sistem *checkpoint*, RFID dapat digunakan untuk memantau dan mengelola akses ke lokasi tertentu, seperti dalam pengambilan dan pengembalian senjata di lingkungan militer, yang memerlukan keamanan tinggi dan kecepatan dalam administrasi (Wibowo et al., 2019).

Sistem RFID dapat diintegrasikan dengan teknologi lain, seperti fingerprint, untuk meningkatkan keamanan. Misalnya, dalam sistem pengambilan senjata M16, RFID dapat digunakan untuk mencatat identitas pengguna dan waktu pengambilan, sementara *fingerprint* dapat berfungsi sebagai langkah verifikasi tambahan (Wibowo et al., 2019). Hal ini menciptakan sistem yang tidak hanya

efisien tetapi juga aman, dengan pemantauan terpusat yang memungkinkan pengawasan yang lebih baik terhadap aset yang sensitif.

D. Sistem Kontrol Robot

1. Logika dan Algoritma Line Following

Salah satu strategi kontrol fundamental yang digunakan pada robot pengikut garis adalah pengendali *Proporsional-Integral-Derivatif* (PID). Metode ini telah terbukti meningkatkan kinerja pelacakan secara signifikan dengan menyesuaikan pergerakan robot berdasarkan kesalahan antara posisinya saat ini dan jalur yang diinginkan (Yıldız et al., 2020). Misalnya, Yıldız et al. mendemonstrasikan efektivitas kontrol mode geser dalam meningkatkan kinerja robot pengikut garis, menunjukkan bagaimana teknik kontrol tingkat lanjut dapat menghasilkan kemampuan navigasi yang lebih baik (Yıldız et al., 2020). Demikian pula, Siswoyo menyoroti pentingnya robot ini dalam aplikasi industri, menekankan kemampuan mereka untuk mengikuti jalur yang ditentukan secara otomatis melalui penggunaan sensor dan mikrokontroler (Siswoyo, 2023).

2. Integrasi RFID dengan Sistem Navigasi Robot

Integrasi RFID dengan sistem navigasi robot merupakan topik yang semakin relevan dalam pengembangan teknologi robotika modern. RFID (*Radio Frequency Identification*) menawarkan solusi yang efisien untuk navigasi dan pelacakan objek dalam lingkungan tertutup, seperti gudang atau toko ritel. Dalam konteks ini, berbagai penelitian telah menunjukkan bagaimana RFID dapat diintegrasikan dengan sistem navigasi robot untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi.

Salah satu pendekatan yang menarik adalah penggunaan robot yang dilengkapi dengan pembaca RFID untuk melakukan pemetaan dan navigasi dalam ruang tertutup. Misalnya, penelitian oleh Morenza-Cinos et al. mengembangkan robot inventaris yang menggunakan RFID untuk mengidentifikasi dan melacak produk di dalam toko tanpa memerlukan infrastruktur tetap (Morenza-Cinos et al., 2017). Penggunaan RFID dalam sistem navigasi robot juga telah dibahas dalam konteks penghindaran rintangan dan kontrol gerakan. Tatsukawa et al. mengusulkan sistem navigasi robot dalam ruangan yang menggunakan RFID pasif untuk menghindari tabrakan dengan dinding dan rintangan (Tatsukawa et al.,

2015). Selain itu, Shih dan Juang mengintegrasikan RFID dengan sensor lain seperti kamera dan pemindai laser untuk melacak objek bergerak dan meningkatkan kemampuan navigasi robot (Shih & Juang, 2016). Pendekatan ini menunjukkan bahwa kombinasi berbagai sensor, termasuk RFID, dapat meningkatkan ketepatan dan keandalan sistem navigasi robot.

E. Penelitian Terkait

Penelitian terkait “Rancang Bangun Robot *Line Follower* Untuk Pengantaran Makanan Dengan Integrasi Tag RFID Sebagai *Checkpoint*” mengacu kepada beberapa penelitian relevan yang telah ada sebelumnya. Berikut rangkuman terkait penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh beberapa peneliti untuk dianalisa kelebihan dan kekurangannya dari berbagai sudut pandang dapat dilihat sebagai berikut:

NO	Author	Sensor	Mikrokontroler	Penerapan	Hasil
1	Janis et al	Photodiode,	ATMega 16	Restoran	
2	Retno Sari Sirotujanah et al., 2024	Photodiode	-	Logistik Industri	Hasil eksperimen menunjukkan bahwa robot pemindah barang otomatis ini mampu mengidentifikasi dan mengikuti jalur dengan sangat akurat.
3	Pathak et al., 2017	Photodiode	Arduino Uno R3	Industrial Manufacturing	Hasil protipe Robot pengikut garis ini dapat digunakan sebagai membawa muatan untuk mengantarkan barang dari satu tempat ke tempat lain dengan lancar tanpa ada kerusakan. Jika jenis apa pun Jika terjadi kesalahan penanganan barang maka sistem dapat menghentikan

					fungsi rutinnya dan memanggil administrator sistem untuk melakukannya periksa masalah yang terjadi untuk diperbaiki.
4	<u>Ariski et al., 2024</u>	Sensor Warna	Esp 32	Restoran	Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot dapat berfungsi dengan baik dalam mengantarkan makanan ke dua meja yang berbeda dan kembali ke titik awal setelah pesanan diambil oleh pelanggan. Namun, robot masih memerlukan perbaikan pada sensor dan pemrograman untuk meningkatkan kinerjanya.
5	Edy Sopian,Dkk 2023	-	NodeMcu Esp8266	Rumah sakit	Penelitian prototipe merancang sebuah robot yang dapat meringankan pekerjaan para tenaga medis khususnya dalam mengantarkan obat dan makanan kepada pasien sehingga mereka tidak perlu lagi mengantarnya secara manual cukup menggunakan robot yang dikontrol melalui aplikasi.

					Metode penelitian yang digunakan adalah metode waterfall. Pengujian robot dilakukan dengan menguji jarak kontrol untuk mengetahui seberapa jauh robot dapat dikendalikan.
--	--	--	--	--	---

Dari tabel 2.1 dapat dijelaskan mengenai adanya penelitian yang relevan terkait penelitian “Rancang Bangun Robot *Line Follower* Untuk Pengantaran Makanan Dengan Integrasi Tag RFID Sebagai *Checkpoint*” memiliki beberapa keunggulan dibandingkan penelitian sebelumnya. Penelitian terdahulu yang ditunjukkan dalam tabel, fokus pada penggunaan photodiode untuk mendeteksi jalur, namun belum dilengkapi mekanisme validasi lokasi seperti RFID. Selain itu, penelitian oleh (Ariski et al.) yang menggunakan sensor warna menunjukkan hasil yang baik pada pengantaran makanan di restoran, tetapi masih menghadapi keterbatasan akurasi pada kondisi pencahayaan tertentu. Penelitian oleh (Edy Sopian et al.) berhasil membuat robot berbasis aplikasi untuk rumah sakit, tetapi jarak kontrolnya terbatas dan belum otomatis dalam pengaturan rute. Dengan demikian, penelitian terkait ini menawarkan inovasi berupa integrasi *photodiode* untuk deteksi jalur dan tag RFID untuk memvalidasi *checkpoint*, sehingga robot dapat bekerja secara lebih otomatis dan efisien dalam pengantaran makanan di restoran.

Penelitian terdahulu menunjukkan berbagai pendekatan untuk robot *line follower*, namun masing-masing memiliki keterbatasan tertentu. (Janis et al.) menggunakan *photodiode* dengan mikrokontroler ATmega 16 untuk pengantaran makanan di restoran, tetapi belum optimal dalam implementasi. (Retno Sari Sirotujuanah et al.) berhasil menerapkan robot dengan akurasi tinggi dalam logistik industri, meskipun tidak dilengkapi sistem otomatisasi kompleks seperti checkpoint. (Pathak et al.) mengembangkan robot untuk manufaktur yang mampu membawa muatan, tetapi sistem masih membutuhkan intervensi manual saat terjadi kesalahan. Penelitian Ariski et al. menggunakan sensor warna

dengan ESP32 untuk pengantaran makanan di restoran, tetapi akurasi terganggu oleh kondisi pencahayaan. Sementara itu, (Edy Sopian et al.) mengembangkan robot berbasis aplikasi untuk rumah sakit dengan komunikasi menggunakan protokol ESP-NOW, memungkinkan kendali robot tanpa koneksi internet, tetapi jarak kendalinya masih terbatas dan belum sepenuhnya otomatis. Berbeda dari penelitian tersebut, penelitian terkait menawarkan inovasi dengan integrasi photodiode untuk deteksi jalur dan RFID untuk validasi checkpoint, serta menggunakan kombinasi Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266 dengan opsi komunikasi yang lebih fleksibel, termasuk ESP-NOW, untuk mendukung kontrol jarak jauh. Hal ini memberikan solusi terhadap berbagai kekurangan yang ada pada penelitian sebelumnya dan menghadirkan sistem pengantaran makanan yang lebih andal dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- (2010). Editor's comments. *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 52(4), 8,224-225. <https://doi.org/10.1109/map.2010.5638224>
- Adam, G., Pratomo, L. H., & Wibisono, A. (2022). Desain dan implementasi plc outseal untuk menggerakkan motor dc dengan berbagai variasi kecepatan. *Seminar Nasional Teknik Elektro, Informatika Dan Sistem Informasi*, 1(1). <https://doi.org/10.35842/sintaks.v1i1.24>
- Andika, W. and Megawati, M. (2023). Kelayakan usaha restoran robot pelayan di kota palembang. *MDP Student Conference*, 2(2), 437-442. <https://doi.org/10.35957/mdp-sc.v2i2.4081>
- Bhaskar, S. and Singh, A. K. (2021). A compact meander line uhf rfid antenna for passive tag applications. *Progress in Electromagnetics Research M*, 99, 57-67. <https://doi.org/10.2528/pierm20082103>
- Buettner, M., Prasad, R., Sample, A. P., Yeager, D., Greenstein, B., Smith, J. R., ... & Wetherall, D. (2008). Rfid sensor networks with the intel wisp. *Proceedings of the 6th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems*. <https://doi.org/10.1145/1460412.1460468>
- Dewantoro, G., Mansuri, J., & Setiaji, F. D. (2021). Comparative study of computer vision based line followers using raspberry pi and jetson nano. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 17(4). <https://doi.org/10.17529/jre.v17i4.21324>
- Dewi, K. P., Ritzkal, & Prakosa, B. A. (2025). Pemanfaatan rfid dan pemantauan sistem pintu akses berbasis web untuk meningkatkan keamanan di asrama putri uika bogor. *INFOTECH Journal*, 11(1), 9-19. <https://doi.org/10.31949/infotech.v11i1.12540>
- Deyle, T., Nguyen, H., Reynolds, M., & Kemp, C. C. (2010). Rfid-guided robots for pervasive automation. *IEEE Pervasive Computing*, 9(2), 37-45. <https://doi.org/10.1109/mprv.2010.17>
- Doornweerd, J., Kootstra, G., Veerkamp, R., Klerk, B. d., Fodor, I., Sluis, M. v. d., ... & Ellen, E. (2023). Passive radio frequency identification and video tracking for the determination of location and movement of broilers. *Poultry Science*, 102(3), 102412. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102412>

- Du, G. J., Feng, Y., & Sun, H. (2013). The application of rfid in cigarette warehouse logistics. *Applied Mechanics and Materials*, 275-277, 2497-2500. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.275-277.2497>
- Faraby, M. D., Akil, M., Fitriati, A., & Isminarti, I. (2017). Rancang bangun robot pembersih lantai berbasis arduino. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 5(1), 70. <https://doi.org/10.32487/jtt.v5i1.214>
- Irma Nirmala, V. E. ., D. T. (2018). Rancang bangun robot pelayan restoran otomatis berbasis mikrokontroler atmega16 dengan navigasi line follower. *Coding Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 6(3). <https://doi.org/10.26418/coding.v6i3.27442>
- Janis, D.A., Pang, D., & Wuwung, J.O. (2014). Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan Line follower.
- Kevin Gustian Yulius & Jeremy Moody Koamesah (2023). Kepuasan tamu dan pelatihan karyawan pada departemen f&#b service: studi kasus di swiss-belinn kristal kupang. *JMRI Journal of Multidisciplinary Research and Innovation*, 1(2), 37-45. <https://doi.org/10.61240/jmri.v1i2.13>
- Kurniawan, R., Sirajuddin, I., & Fauziyah, M. (2021). Perancangan Robot Pengantar Makanan Siap Saji. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*. <https://doi.org/10.33795/ELK.V8I2.283>
- Liu, R., Koch, A., & Zell, A. (2012). Path following with passive uhf rfid received signal strength in unknown environments. 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. <https://doi.org/10.1109/iros.2012.6385666>
- Meng, Z. and Li, Z. (2016). Rfid tag as a sensor - a review on the innovative designs and applications. *Measurement Science Review*, 16(6), 305-315. <https://doi.org/10.1515/msr-2016-0039>
- Morenza-Cinos, M., Casamayor-Pujol, V., Soler-Busquets, J., Sanz, J. L., Guzmán, R., & Pous, R. (2017). Development of an rfid inventory robot (advanrobot). *Studies in Computational Intelligence*, 387-417. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54927-9_12
- Mylonopoulos, G., Chatzistefanou, A. R., Filotheou, A., Tzitzis, A., Siachalou, S., & Dimitriou, A. G. (2021). Localization, tracking and following a moving

- target by an rfid equipped robot. 2021 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA), 32-35.
<https://doi.org/10.1109/rfid-ta53372.2021.9617436>
- Negara, D. J. and Kristinae, V. (2018). Pengaruh teknologi dan inovasi dalam persaingan traditional food di kalimantan tengah. JMD: Jurnal Riset Manajemen & Bisnis Dewantara, 2(1), 45-52.
<https://doi.org/10.26533/jmd.v2i1.347>
- Oktarina, Y., Nawawi, M., & Tulak, W. G. (2017). Analysis of the sensor line on line follower robot as an alternative transport the tub trash in the shopping center. VOLT : Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, 2(2), 101.
<https://doi.org/10.30870/volt.v2i2.1859>
- Parenrengi, K. M. (2021). Rancang bangun prototype alat pengantar makanan pada rumah makan. Jurnal Mosfet, 1(2), 9-13.
<https://doi.org/10.31850/jmosfet.v1i2.994>
- Pathak, A., Pathan, R.K., Tutul, A.U., Tousi, N.T., & Bithi, N.Y. (2017). Line Follower Robot for Industrial Manufacturing Process.
- Pazil, A. F. M., Alhasani, A., & Luckose, V. (2022). Development of autonomous assistive robot for healthcare application. Journal of Engineering & Technological Advances, 7(2). <https://doi.org/10.35934/segi.v7i2.52>
- Pitowarno. Endra. 2006. “ROBOTIKA : Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan“. Yogyakarta : Andi Offset. ISBN 9797630943
- Poberznik, A., Leino, M., Huhtasalo, J., Jyräkoski, T., Valo, P., Lehtinen, T., ... & Virkki, J. (2021). Mobile robots and rfid technology-based smart care environment for minimizing risks related to employee turnover during pandemics. Sustainability, 13(22), 12809.
<https://doi.org/10.3390/su132212809>
- Prabowo, Y. A. and Putra, L. E. U. M. (2022). Perancangan hour meter berbasis internet of thing menggunakan logika fuzzy. Jurnal Informatika Dan Rekayasa Elektronik, 5(1), 53-61. <https://doi.org/10.36595/jire.v5i1.513>
- Purwojatmiko, B. H. and Salati, D. (2023). Analisis kualitas pelayanan kantin berdasarkan waktu penyajian menggunakan statistik inferensial. Jurnal

Teknologi Dan Manajemen, 21(2), 59-66.
<https://doi.org/10.52330/jtm.v21i2.105>

Rachmat, H. H. and Hutabarat, G. A. (2014). Pemanfaatan sistem rfid sebagai pembatas akses ruangan. ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, 2(1), 27.
<https://doi.org/10.26760/elkomika.v2i1.27>

Shih, C. and Juang, J. (2016). Moving object tracking and its application to an indoor dual-robot patrol. Applied Sciences, 6(11), 349.
<https://doi.org/10.3390/app6110349>

Sirotujannah, R.S., Aros, D.S., Hafsari, Z., & Natasya, A.D. (2024). PENGEMBANGAN ROBOT PEMINDAH BARANG BERBASIS LINE FOLLOWER SEBAGAI SOLUSI LOGISTIK INDUSTRI MODERN. *JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*.

Siswoyo, A., Arianto, E., & Noviyanto, A. H. (2023). Pelatihan pengenalan teknologi line follower robot bagi siswa-siswi sekolah menengah atas regina pacis surakarta. *Abdimas Altruus: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 114-119. <https://doi.org/10.24071/aa.v6i2.5229>

Sopyan, E., Suarna, D., & Ashar, M. H. (2023). Rancang Bangun Robot Pengantar Obat dan Makanan Pasien Berbasis Internet of Things. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(3), 344-352.
<https://doi.org/10.47065/bit.v4i3.839>

Suresh, K., Jeoti, V., Soeung, S., Drieberg, M., Goh, M., & Aslam, M. (2020). A comparative survey on silicon based and surface acoustic wave (saw)-based rfid tags: potentials, challenges, and future directions. *IEEE Access*, 8, 91624-91647. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2976533>

Tatsukawa, S., Nakanishi, T., Ryo, N., Wada, T., Fujimoto, M., & Mutsuura, K. (2015). New moving control of mobile robot without collision with wall and obstacles by passive rfid system. 2015 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), 1-7.
<https://doi.org/10.1109/ipin.2015.7346939>

Wibowo, M., Rabi, A., Suprayogi, S., & Mujahidin, I. (2019). Rancang bangun sistem pengamanan rak senjata m16 menggunakan rfid dan fingerprint.

- JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer), 1(2). <https://doi.org/10.26905/jasiek.v1i2.3525>
- Wibowo, M., Rabi, A., Suprayogi, S., & Mujahidin, I. (2019). Rancang bangun sistem pengamanan rak senjata m16 menggunakan rfid dan fingerprint. JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer), 1(2). <https://doi.org/10.26905/jasiek.v1i2.3525>
- Yang, Q., Wang, H. Y., Li, J. C., & Shen, R. (2012). An improved method for mobile robot localization based on passive rfid system. Applied Mechanics and Materials, 190-191, 651-655. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.190-191.651>
- Yıldız, H., Can, N. K., Özgüney, Ö. C., & Yağiz, N. (2020). Sliding mode control of a line following robot. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 42(11). <https://doi.org/10.1007/s40430-020-02645-3>
- Yıldız, H., Can, N. K., Özgüney, Ö. C., & Yağiz, N. (2020). Sliding mode control of a line following robot. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 42(11). <https://doi.org/10.1007/s40430-020-02645-3>