

PROTOTYPE ROBOT FORKLIFT LINE FOLLOWER INCOMING MATERIAL WAREHOUSE DENGAN WIRELESS MONITORING

Tsabitah Rahmawati^{1*)}, Gigih Priyandoko¹⁾, Dedy Usman Effendy¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Widyagama Malang, Kota Malang

*Email Korespondensi : saya.tsabitah@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan forklift telah banyak digunakan dalam bidang industri, khususnya area warehouse dimana tingkat pekerjaan yang cukup berat terutama dalam pengangkutan yang masih membutuhkan manual operasional sehingga dapat menimbulkan human error. Untuk meminimalisir human error dan mengoptimalkan penggunaan forklift maka diperlukan robot forklift line follower otomatis dan monitoring sistem. Sistem robot forklift ini menggunakan Arduino yang menerima masukan dari sensor photodiode berupa intensitas cahaya dari warna material yang dibawa oleh robot forklift. Informasi masukan tersebut akan menjadi perintah untuk menggerakkan motor mengikuti jalur line follower menuju lokasi diinginkan. Monitoring proses dibutuhkan agar pekerjaan yang dilakukan lebih efisien, dengan adanya wireless monitoring menggunakan HC-12, pergerakan robot forklift dapat dipantau jarak jauh (radius wireless) secara real time dan ditampilkan pada aplikasi Delphi 7. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan jarak optimal antara server dan robot yaitu 200 meter. Monitoring robot dari PC server berupa gambar yang bergerak sesuai dengan posisi robot.

Kata kunci: Forklift, Line Follower, Warehouse, Wireless, Monitoring

ABSTRACT

Forklifts has been widely used in industrial sector, especially warehouse areas where the level of work is quite heavy, especially in transportation that still requires operational manuals so that it can cause human error. To minimize human error and optimize forklifts, an automatic line follower forklift robot and monitoring system is needed. This forklift robot system works based on Arduino gets input from the photodiode sensor by light intensity obtained from the color of the material will carry. This information will be a command to move the motor along the line follower according to the color of the material being carried. Process monitoring is needed so that work is done more efficiently, with wireless monitoring using the HC-12, the movement of the forklift robot can be monitored remotely (wireless radius) in real time and displayed on the Delphi 7 application. The optimal distance between server and robot is 200 meters. Monitoring system robot from the PC server is form image that moves according robot position.

Keywords: Forklift, Line Follower, Warehouse, Wireless, Monitoring

PENDAHULUAN

Robot yang sedang berkembang saat ini adalah Robot Humanoid dan gabungan antara NonMobile Robot dengan Mobile Robot. Dalam dunia industri khususnya area warehouse telah menggunakan robot untuk melakukan pekerjaan dilakukan secara manual. Salah satunya adalah robot pemindah barang manual menggunakan mobil pemindah barang (Forklift) [1]. Forklift adalah suatu alat yang terdiri dari Body (badan) dan Work Equipment (peralatan kerja) yang digunakan untuk memuat barang (Loading) dan menurunkan muatan (unloading) fungsi utamanya sebagai alat transportasi pengangkat barang yang dapat digunakan pada industri untuk memindahkan barang ke ruang penyimpanan barang dengan 4 Degree of Freedom (DOF) yaitu gerak roda maju dan mundur, gerak roda belok kanan dan belok kiri, dan gerak Fork untuk membawa atau mengangkat

barang, sedangkan gerak Mast berfungsi untuk Lifting dan Tilting [4]. Struktur sistem kontrol pada roda forklift terdiri dari dua tahap arsitektur, yaitu kontrol gerak lateral (untuk menghilangkan gerakan lateral yang tidak diinginkan dan digunakan sebagai titik pengaturan kontrol kedua) dan kontrol gerak menyimpang sebagai sistem kontrol kemudi pelengkap [5].

Pada saat ini telah dikembangkan robot pemindah atau pengantar barang dari area produksi ke warehouse. Beberapa diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Muchlas Aan Marianto. Jurnal tersebut memanfaatkan module bluetooth untuk kendali pada smartphone android dan mikrokontroler untuk mengendalikan robot forklift yang dapat digunakan untuk memindahkan barang. Penggunaan smartphone sebagai unit pengendali akan memberikan tingkat kepraktisan yang tinggi, mengingat piranti ini mudah digunakan dan telah menjadi bagian dari perlengkapan yang sehari-hari selalu dibawa oleh manusia [7]. Walaupun praktis dalam penggunaannya, namun module Bluetooth mempunyai beberapa kekurangan, diantaranya adalah jarak transmisinya hanya sekitar 30 kaki atau 10 meter, dan mekanisme keamanan bluetooth yang harus diperhatikan untuk mencegah kegagalan pengiriman atau penerimaan informasi [8].

Penelitian tentang robot pemindah atau pengantar barang lainnya adalah menggunakan kendali line follower untuk mengatur gerakan robot saat memindahkan barang. Penelitian tersebut ditujukan untuk sistem Pembelajaran di Taman Rekreasi Sengkaling, mekanik robotic yang dapat melakukan pekerjaan pengiriman oleh-oleh pada setiap daerah, dimana dalam penelitian tersebut sistem robot berupa miniatur mobil yang dijalankan melalui roda dan dikontrol oleh mikrokontroler menuju lokasi yang diinginkan, RFID dan sensor berat. Pada perancangan tersebut mekanik robot pembelajaran akan berjalan mengikuti jalur dan mencari ID dari RFID yang tertanam pada jalur yang telah diatur sesuai posisi lokasi tujuan. Pada robot juga dirancang dengan sistem sensor berat tujuannya untuk pengantar oleh-oleh dari setiap kota di Sumatra [9]. Kelebihan dari robot line follower dibandingkan dengan robot mobil jenis lain adalah dapat bergerak mengikuti garis yang telah dibuat sebelumnya [10].

Robot line follower harus dapat dipantau dan di monitoring pergerakannya, monitoring proses dibutuhkan agar pekerjaan yang dilakukan lebih efisien karena dapat dipantau tanpa harus ke area yang bersangkutan. Sistem pengawasan keamanan ruangan yang saat ini sering digunakan adalah Closed Circuit Television (CCTV). Sistem CCTV dapat merekam kejadian dari lingkungan sekitar tempat kamera CCTV terpasang. Namun proses perekaman pada sistem CCTV itupun masih kurang efisien karena membutuhkan banyak memori untuk penyimpanan rekaman [11]. Sistem pengawasan yang sesuai adalah sistem wireless dan diharapkan dapat memantau pergerakan robot secara real time dalam jarak jauh.

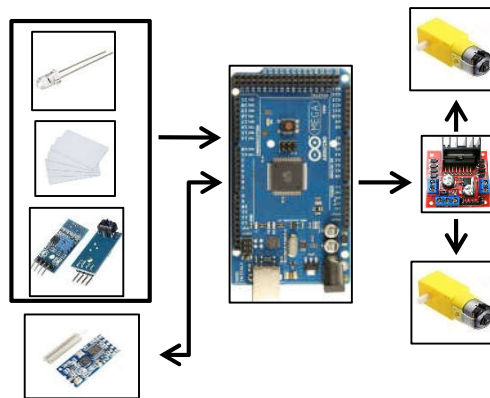
Berdasarkan latar belakang diatas, maka dibuatlah suatu Prototype Robot Forklift Line Follower Incoming Material Warehouse dengan Wireless Monitoring. Robot mekanik yang dapat melakukan pekerjaan pengiriman material dimana dalam hal ini sistem robot berupa miniatur forklift yang dijalankan melalui roda dan dikontrol oleh mikrokontroler menuju lokasi yang diinginkan. Gerakan mekanik pada forklift sebanyak 3-DOF yaitu gerak maju dan mundur, gerak belok mengikuti tracking, serta gerakan naik turun pada fork. Pada rancangan ini robot forklift akan berjalan mengikuti garis jalur dan mencari ID dari RFID yang tertanam pada track yang diatur sesuai posisi lokasi berdasarkan perancangan yang dibuat oleh pemakai. Pada robot disertai dengan sensor warna menggunakan Photodiode sebagai pendeteksi warna barang. Diperlukan sistem monitoring yang memadai untuk mengetahui posisi forklift pada awal pengambilan material hingga pada tempat tujuan. Sistem monitoring dalam penelitian kali ini menggunakan module wireless HC-12 dan penampil berupa PC. Monitoring proses dibutuhkan agar pekerjaan yang dilakukan lebih

efisien karena dapat dipantau tanpa harus ke area yang bersangkutan. Dengan adanya wireless monitoring, pergerakan robot forklift dapat dipantau jarak jauh (radius wireless) secara real time.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahap dalam perencanaan dan pembuatan sistem yang meliputi perancangan perangkat lunak, perancangan perangkat keras, dan perancangan tampilan. Perancangan perangkat lunak meliputi pengujian coding sensor sebagai masukan ke kontrol utama. Perancangan perangkat keras menggunakan beberapa komponen utama yang terdiri dari Arduino, sensor warna, sensor garis, RFID dan Motor DC. Perancangan tampilan diperlukan untuk memonitoring pergerakan robot forklift dari posisi standby ke tempat tujuan, dan beberapa informasi lain yang dibutuhkan.

Pada penelitian ini dibutuhkan beberapa komponen elektronika dan device penunjang agar sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Berikut adalah blok diagram dari sistem yang dibuat.

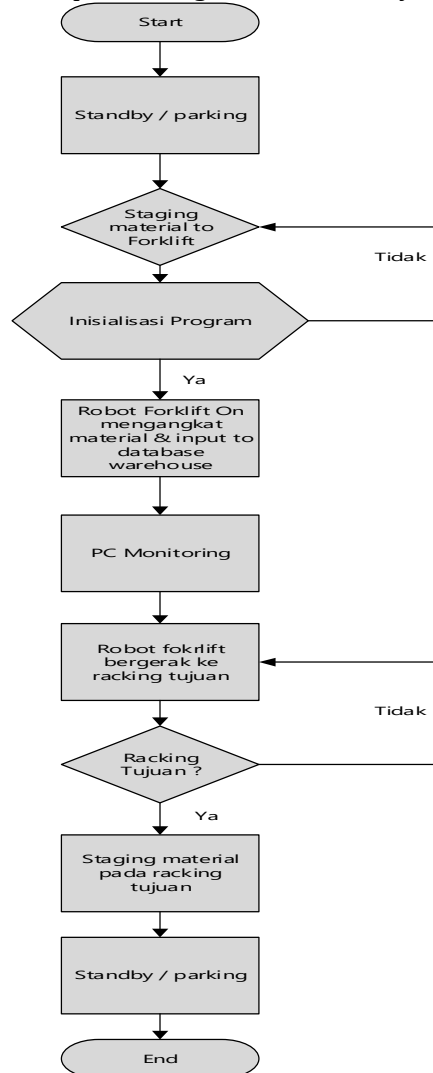


Gambar 1. Diagram Block Sistem

Keterangan dan penjelasan blok diagram diatas adalah sebagai berikut :

1. Photodioda
Photodiode digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi warna material yang diangkut oleh robot forklift dan robot akan memilih jenis material yang kemudian dipindahkan ke racking tujuan berdasar jenis warna material yang telah ditentukan.
2. RFID
RFID difungsikan sebagai pembaca ID yang tertanam pada track untuk dapat mengetahui jalur mana yang akan dilalui oleh robot forklift. Fungsi lainnya dari RFID ini juga dapat mengirimkan data tersebut ke Delphi 7 sebagai wireless monitoring.
3. TCRT5000
Sensor TCRT5000 digunakan sebagai pembacaan garis pada robot line follower. Sensor garis dapat mendeteksi jalur berwarna terang dengan latar belakang gelap atau jalur berwarna gelap dengan latar belakang terang. Sensor TCRT5000 yang digunakan akan mendeteksi jalur berwarna hitam dengan latar belakang putih.
4. HC-12
HC-12 digunakan sebagai komponen dari wireless monitoring, wireless pada robot berperan sebagai penerima data dari aplikasi dan pengiriman data ke aplikasi.
5. Arduino
Arduino merupakan salah satu komponen utama dalam perancangan yang berperan sebagai kontrol pada robot. Sistem robot forklift line follower yang tertanam pada Arduino diawali dengan inisialisasi program yang didapat dari input sensor warna sebagai pendeteksi warna material yang diletakkan pada forklift, kemudian robot mulai mengangkut material ke racking tujuan. Aplikasi Borland Delphi 7 yang berperan

sebagai monitoring dapat menampilkan posisi robot Line follower saat berjalan dan notifikasi berupa warna material yang sedang dibawa. Penentuan posisi ditentukan saat robot telah melalui suatu titik percabangan racking dimana terdapat ID yang dapat dibaca oleh RFID. Berikut merupakan diagram alir sistem yang tertanam pada Arduino:

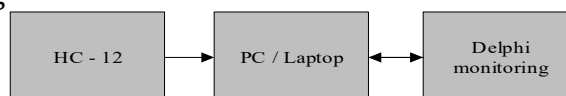


Gambar 2. Block Diagram Arduino

6. Driver Motor

Driver motor merupakan bagian yang berfungsi untuk menggerakkan Motor DC sebagai actuator roda robot forklift, dimana perubahan arah motor DC tersebut bergantung dari nilai tegangan yang diinputkan pada input dari driver itu sendiri. Terdapat 2 roda aktif yang digerakkan motor dan 2 sisi lainnya menggunakan roda bebas.

7. Sistem Monitoring

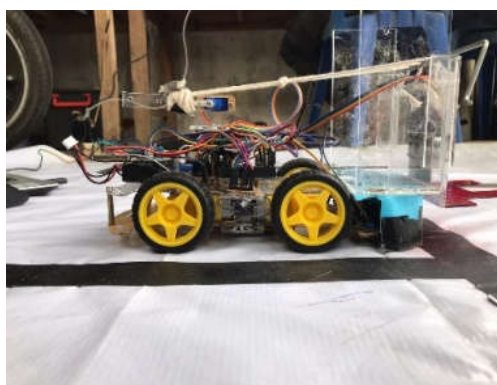


Gambar 3. Diagram Blok Sistem Monitoring

Pada block Gambar 3, dapat dilihat bahwa perancangan sistem monitoring ini bertujuan untuk mengatur semua pergerakan robot forklift serta mengetahui secara menyeluruh letak titik racking pada area warehouse. Penggunaan wireless semua data dapat diterima oleh PC begitu pula sebaliknya, serta pergerakan robot forklift yang dikelola oleh RFID Reader untuk menangkap data dari RFID Tag yang selanjutnya akan dikirimkan ke Arduino dan dilanjutkan ke program aplikasi PC yakni aplikasi Borland Delphi 7.

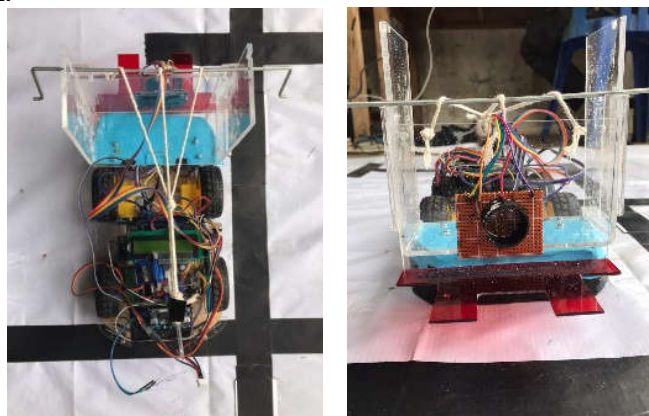
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian robot forklift secara keseluruhan dilakukan penggabungan semua sistem perangkat keras dengan perangkat lunak. Keseluruhan perangkat keras akan dibuat dengan 2 bagian yaitu actuator dan monitoring sistem. Bagian actuator meliputi Sensor Proximity, Sensor Photodiode, RFID, Sensor TCRT5000, Motor DC, Arduino Mega, Wireless HC12, LCD Display. Bagian monitoring sistem terdiri dari HC-12 dan Delphi 7. Penampakan robot Forklift dari sisi samping ditunjukkan pada Gambar 1.4.



Gambar 4. Gambar Robot Forklift (tampak samping)

Setelah tahap persiapan penggabungan komponen, alat akan dihubungkan dengan baterai dan dinyalakan.



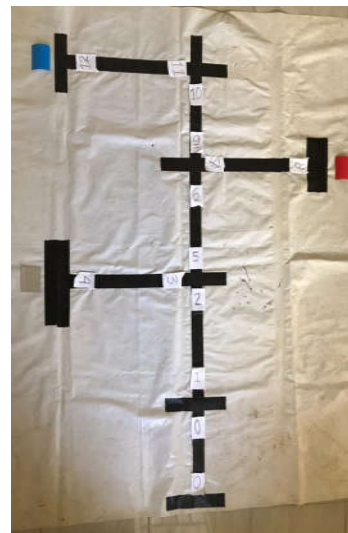
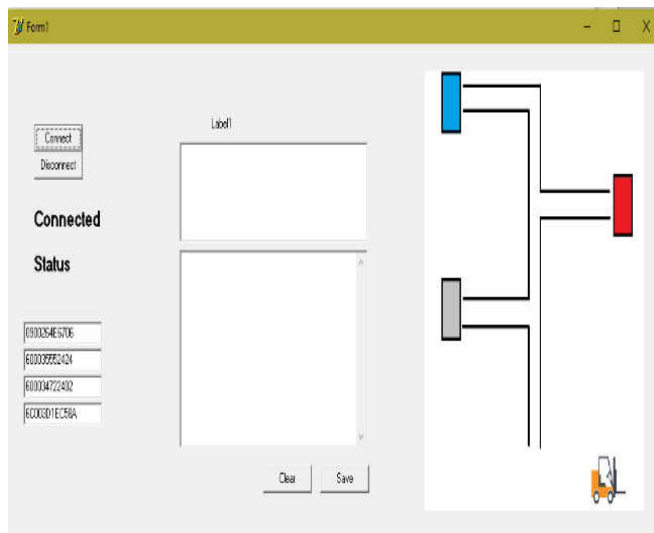
Gambar 5. Gambar Robot Forklift (tampak atas & depan)

Mekanik robot untuk mengangkat Forklift menggunakan motor servo. Forklift menggunakan prinsip katrol yang ditarik dengan tali. Pada sistem monitoring Delphi 7 akan terhubung dengan memilih COM untuk port nya. HC-12 digunakan sebagai komponen dari wireless monitoring, wireless pada robot berperan sebagai penerima data dari aplikasi dan pengiriman data ke aplikasi.

Tabel 1. Pengujian Jarak pada HC-12

Jarak (meter)	Data yang diterima
1 meter	OK
10 meter	OK
20 meter	OK
30 meter	OK
40 meter	OK
50 meter	OK
60 meter	OK
70 meter	OK
80 meter	OK
100 meter	OK
200 meter	OK
210 meter	NOT OK
220 meter	NOT OK

Pada pengujian HC-12 didapatkan hasil jarak maksimal 200 meter, merupakan jarak optimal bagi Arduino dan PC/Laptop untuk berkomunikasi dengan baik.



Gambar 6. Tampilan Monitoring Delphi 7 & Tracking Robot Line Follower

Tampilan Delphi 7 meliputi tombol Connect dan Disconnect, status dari COMPort, RFID tag yang dipasang pada tracking setelah dilewati oleh robot forklift akan terlihat pada monitoring Delphi 7. Terdapat monitoring tracking robot forklift yang memudahkan pengguna untuk memantau posisi robot forklift, pada posisi standby menunggu material, dalam perjalanan membawa material ke tempat tujuan, telah sampai di tempat tujuan atau dalam perjalanan kembali ke posisi standby.

Pada tracking line follower telah diberi keterangan untuk pos yang akan terdeteksi oleh RFID. Pos 0 dan 0' adalah posisi untuk Parkir, Pos ke tujuan berurutan angka genap, dan pos ke parkir berurutan angka ganjil. Sequence beban warna abu-abu adalah Pos 0 Pos 2, Pos 4, Pos 3, Pos 1 dan Pos 0'. Sequence beban warna merah adalah Pos0, Pos 2, Pos 6. Pos 8, Pos 7, Pos 5, Pos 3, Pos 1, Pos 0'. Sequence beban warna biru adalah Pos0, Pos 2, Pos 6, Pos 10, Pos 12, Pos 11, Pos 9, Pos 5, Pos 3, Pos 1, Pos 0'.

Tabel 2. Tabel Pengujian Keseluruhan dengan beban warna abu-abu

Pengujian ke -	Pos 2 (tujuan)	Pos 4 (tujuan)	Pos 3 (parkir)	Pos 1 (parkir)	Posisi Robot
1	OK	OK	OK	OK	Gagal
2	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK
6	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK

Dari pengujian robot dengan beban warna abu-abu yang telah dilakukan 10 kali pengulangan, didapatkan hasil yaitu pada pengujian pertama terdapat kegagalan pada posisi robot saat kembali ke tempat parkir berupa posisi yang belum tepat kembali pada posisi yang semestinya.

Tabel 3. Tabel Pengujian Keseluruhan dengan beban warna merah

Pengujian ke -	Pos 2 (tujuan)	Pos 6 (tujuan)	Pos 8 (tujuan)	Pos 7 (parkir)	Pos 5 (parkir)	Pos 1 (parkir)	Posisi Robot
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Gagal
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Dari pengujian robot dengan beban warna merah yang telah dilakukan 10 kali pengulangan, didapatkan hasil yaitu pada pengujian ke tujuh terdapat kegagalan pada posisi robot saat kembali ke tempat parkir berupa posisi yang belum tepat kembali pada posisi yang semestinya.

Tabel 4. Tabel Pengujian Keseluruhan dengan beban warna biru

Pengujian ke -	Pos 2 (tujuan)	Pos 6 (tujuan)	Pos 10 (tujuan)	Pos 12 (tujuan)	Pos 11 (parkir)	Pos 9 (parkir)	Pos 5 (parkir)	Pos 1 (parkir)	Posisi Robot
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Gagal
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Dari pengujian robot dengan beban warna biru yang telah dilakukan 10 kali pengulangan, didapatkan hasil yaitu pada pengujian ke enam terdapat kegagalan pada posisi robot saat kembali ke tempat parkir berupa posisi yang belum tepat kembali pada posisi yang semestinya.

KESIMPULAN

Setelah melalui tahap pengujian keseluruhan dengan beban warna abu-abu, merah dan biru serta dilakukan monitoring pada Delphi 7 maka dihasilkan kesimpulan yaitu robot forklit line follower mampu mengantar benda berdasar warna yang diangkut ke tempat tujuan sesuai dengan warna benda dan menampilkannya ke monitoring sistem Delphi 7, dan terdapat kegagalan saat robot kembali ke tempat parkir yaitu posisi yang belum tepat kembali pada posisi yang semestinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian kali ini, penulis berterimakasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan sampai terselesaikannya jurnal ini.

REFERENSI

- [1] I. P. Hardjana, "PERANCANGAN ROBOT PEMINDAH BARANG LINE FOLLOWER BERBASIS MIKROKONTROLER PIC16F877," *Smart Comp Jurnalnya Orang Pint. Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 267–273, 2018.
- [2] D. Y. Krisna and S. Satrio, "PERANCANGAN ROBOT LINE FOLLOWER PEMADAM API," *J. Algoritma Log. Dan Komputasi*, vol. 2, no. 2, 2019.
- [3] D. B. Susilo, H. Wibawanto, and A. Mulwinda, "Prototype Mesin Pengantar Barang Otomatis Menggunakan Load Cell Berbasis Robot Line Follower," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 23–29, 2018.
- [4] M. A. Wibowo, F. Hunaini, and D. U. Effendy, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PURWARUPA LINE FOLLOWER FORKLIFT," *Widya Tek.*, vol. 26, no. 2, 2018.
- [5] F. Hunaini, I. Robandi, and N. Sutantra, "Optimization of automatic steering control on a vehicle with a steer-by-wire system using particle swarm optimization," *Turk. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 24, no. 2, pp. 541–557, 2016.
- [6] D. Hendriko, Z. Zuliantoni, and N. I. Supardi, "PERANCANGAN PROTO TYPE ROBOT FORKLIFT OTOMATIS," *TEKNOSIA*, vol. 1, no. 11, pp. 22–31.
- [7] A. Marianto and M. Muchlas, "Rancang Bangun Robot Forklift dengan Kendali Smartphone Android Berbasis Arduino Mega 2560," *J. Ilm. Tek. Elektro Komput. Dan Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 65–72, 2017.
- [8] L. Hartadi and D. Sasmoko, "Sistem Keamanan Kendaraan Suzuki Smash Menggunakan Atmega 8 Dengan Sensor Bluetooth HC-6 Berbasis Android," *ELKOM J. Elektron. DAN Komput.*, vol. 8, no. 1, 2015.
- [9] R. Kurniawan, "Perancangan Sistem Robot Line Follower untuk Pembelajaran di Taman Rekreasi Sengkaling dengan Identifikasi RFID disertai Wireless Monitoring (Software)," *PhD Thesis, University of Muhammadiyah Malang*, 2018.
- [10] H. J. Wahyudi, A. Rusdinar, and Y. S. Hariyani, "Perancangan Dan Realisasi Robot Line Follower Untuk Pengangkut Sampah Otomatis (design And Realization Line Follower Robot For Automatic Garbage Carrier)," *EProceedings Appl. Sci.*, vol. 1, no. 3, 2015.
- [11] W. Balbusso, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Gerakan dalam Ruang berbasis Single-Board Computer (SBC) dan Smartphone Android," *PhD Thesis, Universitas Andalas*, 2017.
- [12] F. Adilah, I. Hidayat, and R. A. Priramadhi, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Robot Line Follower Multiple User Dengan Kemampuan Deteksi Warna Menggunakan logika Kontrol Adaptif," *EProceedings Eng.*, vol. 2, no. 3, 2015.

- [13] Y. P. Pratama, "Aplikasi Sensor Photodiode Sebagai Input Penggerak Motor Pada Coconut Milk Auto Machine," PhD Thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2015.
- [14] A. Syahputri, "Rancang Bangun Palang Pintu Otomatis Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Kartu RFID dan Photodiode," 2018.
- [15] F. Nugrahanti, "Perancangan Sistem Informasi Inventory Sparepart Mesin Fotocopy dengan menggunakan Visual Delphi 7," STT Dharma Iswara Madiun, vol. 2, p. 9, 2015.

