



Design and Build Forklift Autonomous Driving System Using Arduino

Rancang Bangun Forklift Autonomous Driving System Menggunakan Arduino

Ignatius Henry Adi Nagoro^{1*}, Bias Kumoro Jati¹, Niki Agastia Mutaqin¹

Abstract

This study aims to design and build an Arduino Nano-based microcontroller device with a Bluetooth HC-06 module to control a forklift via an Android smartphone. In order to minimize the potential for work accidents, due to operator fatigue which causes physical hazards to operators and the workplace environment. This research was conducted in three stages, namely: a. Mechatronic System Design, b. Making a control system, using the MIT App Inventor app is used to adjust the solenoid valve, c. Tool performance testing. The results showed that the control device can work well up to a distance of 21 meters from the controller and has a delay of 0.16 seconds to 0.3 seconds and resistance to 55 work cycles.

Keywords

Autonomous, Forklift, Module Bluetooth HC-06, Arduino Nano

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun perangkat mikrokontroler berbasis *Arduino Nano* dengan *module Bluetooth HC-06* untuk mengendalikan forklift melalui *smartphone Android*. Agar dapat meminimalisir potensi kecelakaan kerja, akibat kelelahan operator yang menyebabkan bahaya fisik bagi operator dan lingkungan tempat kerja. Penelitian ini dilakukan dengan tiga tahap, yaitu: a. Desain Sistem Mekatronik, b. Pembuatan sistem pengendali, menggunakan Aplikasi *MIT app Inventor* digunakan untuk mengatur katup solenoid, c. Pengujian kinerja alat. Didapatkan hasil penelitian bahwa perangkat kendali dapat bekerja dengan baik hingga jarak 21 meter dari kontroler dan memiliki delay antara 0,16 detik hingga 0,3 detik serta ketahanan pada 55 siklus kerja.

Kata Kunci

Autonomus, Forklift, Module Bluetooth HC-06, Arduino Nano

¹ Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta, Surakarta
Jalan Raya Solo Baki, Km 2, Kwarasan Grogol, Solo Baru, Jawa Tengah, Indonesia

*henryadinagoro@gmail.com

Submitted : November 25, 2020. Accepted : July 18, 2021. Published : July 21, 2021.

PENDAHULUAN

Manusia sangat memerlukan teknologi dalam kehidupannya. *Forklift* adalah suatu alat pengangkat yang memiliki fungsi untuk mengangkat dan memindahkan atau mendistribusikan barang dari suatu tempat ke tempat lain[1]. *Forklift* dapat bermanfaat di dunia industri khususnya membantu manusia dalam memindahkan barang yang tidak mungkin diangkat langsung oleh seseorang.

Umumnya forklift yang beredar pada perusahaan ialah forklift general yang berarti di dalam cabin forklift tersebut masih dikendarai oleh operator. Pada perusahaan tertentu terdapat tempat dimana operator forklift tidak boleh memasuki ruangan tersebut dikarenakan membahayakan kesehatan manusia. Selain itu forklift juga memiliki kelemahan jika benda yang dipindahkan lebih tinggi dari pandangan operator dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja[2]. Diperlukannya terobosan terbaru agar forklift general atau biasa disebut forklift umum dimodifikasi tanpa operator harus mengendalikan dari dalam cabin.

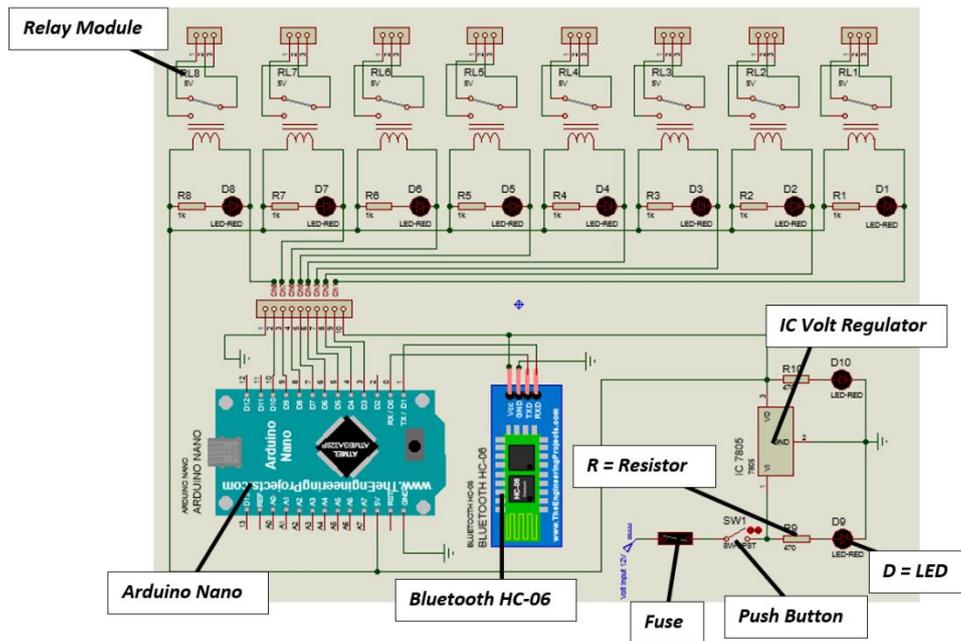
Penelitian untuk membuat rancang bangun forklift agar lebih efektif dan efisien pernah dilakukan oleh Nurul Uswah Azizah (2014) Rancang Bangun Prototipe Alat Deteksi Jarak pada Mobil Pengangkut Barang Berbasis Arduino. Didapatkan bahwa pembacaan jarak oleh sensor PING bekerja pada jarak 3meter[3]. Penelitian Abdul Halim, dkk (2019) Sistem Pendeteksi Mundur Dan Manuver Pada Forklift Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino didapatkan bahwa Penambahan sistem pendeteksi mundur menggunakan sensor ultrasonic sangat bermanfaat karena operator dapat mengetahui jarak dari bagian belakang ke penghalang, sehingga dapat bermanuver dan mundur dengan baik[4]. Penelitian Dani Setiawan dan Abdul Tahir (2019), Rancang Bangun Mesin Pengangkat (Forklift) Dilengkapi Remote Control Berbasis Mikrokontroler Atmega 2560. Didapatkan bahwa prototipe yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan rancangan, prototipe mampu mengangkat beban seberat 50 kg, dan melakukan 3 jenis gerakan yaitu bergerak (maju, mundur), berputar (kiri, kanan), dan memiringkan garpu[5].

Modifikasi bertujuan untuk mencari peluang peningkatan baik dari segi material maupun dari segi tujuan dan metodenya agar mendapatkan hasil yang lebih baik dari versi aslinya [6]. Untuk mengatasi permasalahan diatas, modifikasi dilakukan dengan membuat dan memasang perangkat kendali pada *forklift* menggunakan sistem kendali jarak jauh. *Arduino* sebagai pengendali *micro single-board* yang bersifat *open-source* mampu memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang [7]. *Arduino* memiliki *hardware processore Atmel AVR* dan menggunakan aplikasi *Arduino IDE (Integrated Development Environment)* sebagai Bahasa pemrograman [8]. Seperti pada penelitian lainnya[9] pada penelitian ini, perangkat kendali yang digunakan juga menggunakan rangkaian gabungan antara mikrokontroler dan relay. Relay digunakan untuk mengendalikan gerakan katup solenoid 4/3 yang terhubung terhadap *smartphone* melalui koneksi *Bluetooth*. Pemanfaatan teknologi ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk mempermudah sistem pengendalian unit *forklift*.

METODA

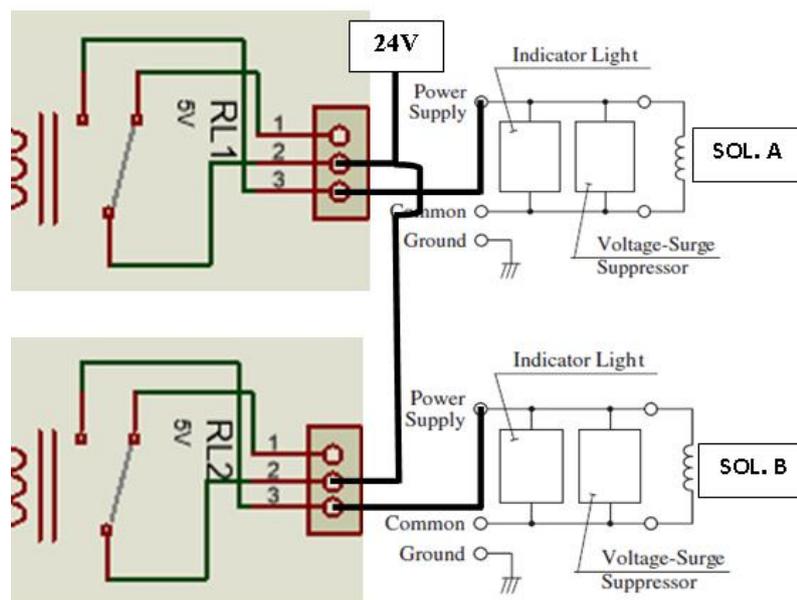
Desain Sistem Mekatronik

Pada penelitian ini, forklift yang digunakan berkapasitas 2 ton merk Toyota berbahan bakar gas LPG. Persiapan awal dilakukan dengan mengganti rangkaian manual valve forklift dengan solenoid control valve 4/3. Kemudian membuat rangkaian perangkat kendali seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Skema rangkaian perangkat kendali forklift kapasitas 2 ton.

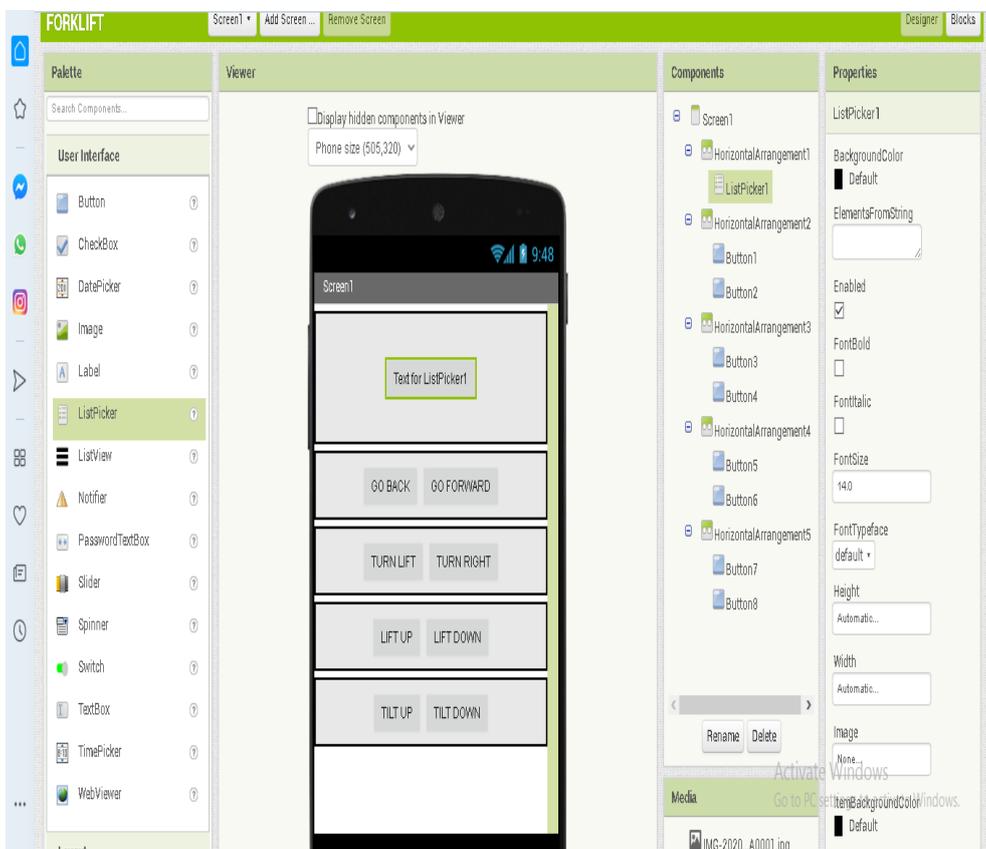
Sumber daya perangkat kendali didapatkan dari aki 24 VDC yang dihubungkan dengan *IC Voltage Regulator 7805*, sehingga tegangan output yang masuk ke dalam mikrokontroler *Arduino Nano (ATmega 328P Old Bootloader)*, *Bluetooth module HC 06* dan *relay module 8 channel* stabil pada tegangan 5VDC. *Relay module 8 channel* digunakan untuk meneruskan daya 24VDC yang digunakan untuk sumber daya katup solenoid seperti tampak pada gambar 2. Katup solenoid berfungsi sebagai pengatur aliran pada sistem hidrolik yang akan digunakan untuk menggerakkan actuator. Berdasarkan skema pada gambar 1 dapat dijelaskan bahwa ketika *power supply* dinyalakan Arduino akan menginisiasi *port serial* sehingga alamat IP (*Internet Protocol*) dapat dikonfigurasi dan melakukan proses *standby*.



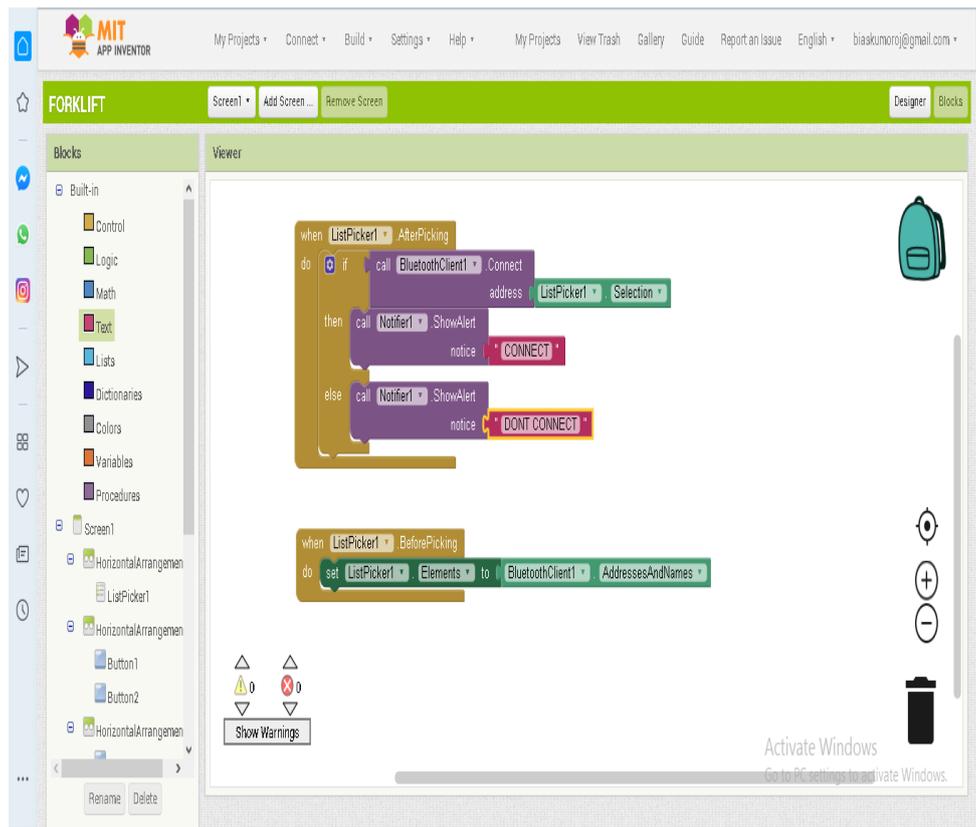
Gambar 2. Skema rangkaian editing relay module 8 channel dengan katup solenoid.

Sistem Kendali

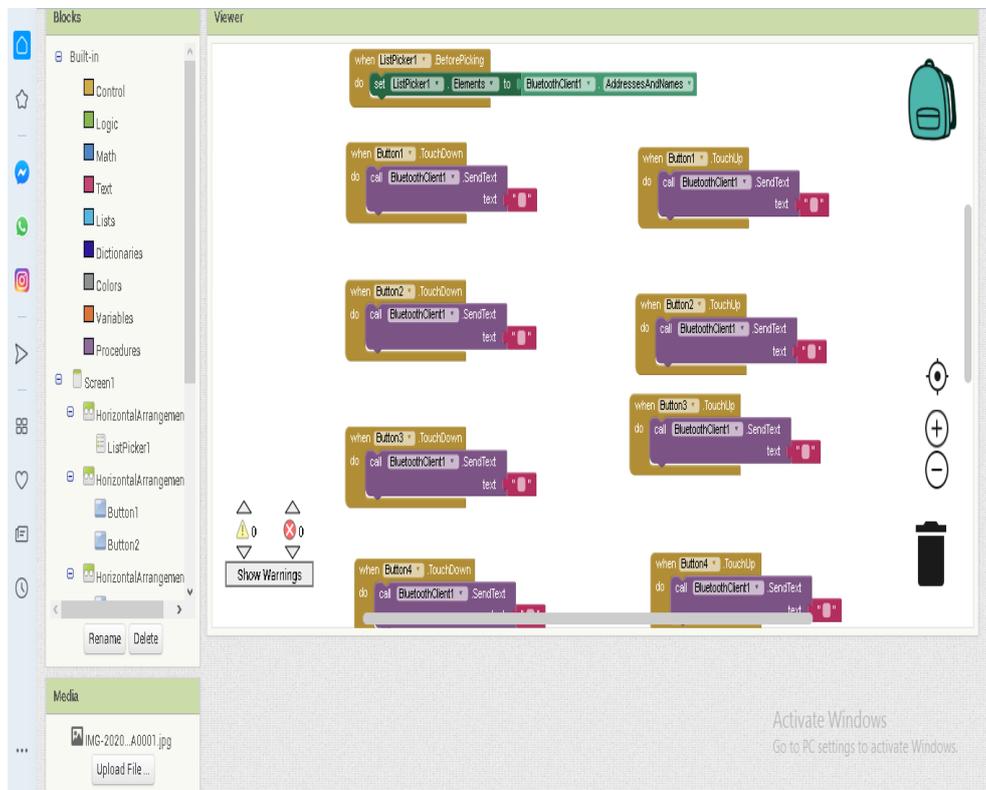
Pengontrolan saklar dilakukan menggunakan aplikasi MIT App Inventor yang dipasangkan pada smartphone android. Proses pembuatan aplikasi dimulai dengan membuat desain dengan cara menarik "Listpicker" dan Button" pada layout yang telah disediakan. "Listpicker" berfungsi sebagai shortcut untuk masuk ke menu tertentu (yang diinginkan) sedangkan "Button" berfungsi sebagai tombol pengoperasian relay 1 sampai 8. Seperti tampak pada gambar 3. Tambahkan fitur "Bluetooth Client" dan "Notifier" kedalam Layout yang berisi Listpicker. Klik "Connectivity", pilih dan tarik "Bluetooth Client" menuju Listpicker dibawah. "Bluetooth Client" berfungsi sebagai menu bluetooth pada aplikasi smartphone (media penghubung antara Arduino dan Smartphone). Tahap berikutnya klik menu "User Interface", pilih dan tarik "Notifier" menuju Layout yang berisi Listpicker. "Notifier" berfungsi sebagai signal petunjuk / peringatan tertentu bahwa bluetooth tersebut telah terhubung maupun belum terhubung. Berikan perintah lanjutan pada aplikasi dengan Klik "Built in", pilih "Listpicker" lalu masukkan before & after picking. Program "If" dibuat dengan mengklik "Built in" dan masuk ke menu "Control". Pilih dan tarik "if then" seperti ditunjukkan pada gambar 4. Setelah terpasang maka cari "Connect Address" yang berada pada menu "Bluetooth Client". Lanjut ke menu "Listpicker" dan pilih "Selection". Program "Then" dibuat dengan cara klik "Show Alert Notice" pada menu "Notifier" dan pasangkan ke "block then". Setelah itu pilih menu "Text" dan pasang disebelah "Show Alert Notice". Pilih menu "Text" yang tadi terpasang dan beri kalimat (untuk menandakan bahwa Bluetooth sudah terhubung). Menu Peringatan Bluetooth tidak terhubung dapat dibuat dengan cara pilih icon gear warna biru yang berada di samping kiri "if", lalu pilih "else". Menu "else" sudah ditempatkan maka klik kanan pada block "Show Alert Notice", pilih "Duplicate". Pindahkan duplikat tersebut ke menu "else" dan isikan text dan beri kalimat (yang mengindikasikan bahwa Bluetooth tidak terhubung).



Gambar 3. Skema rangkaian editing relay module 8 channel menggunakan aplikasi MIT App Inventor



Gambar 4. Pembuatan program koneksi Bluetooth pada aplikasi MIT App Inventor



Gambar 5. Pembuatan program aktifai tombol pada aplikasi MIT App Inventor

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan program untuk mengaktifkan tombol pada aplikasi. Pertama, tiap 1 button maka membutuhkan perintah touch down (hidup) dan touch up (mati). Pilih menu "Button", lalu pilih dan tarik "When Button Touch Down". Begitu pula untuk "When Button Touch Up". Jika sudah tertata maka pilih "Sendtext" pada menu "Bluetooth Client" dan "Text" (pada Built in) untuk ke dua duanya, baik itu touch down maupun touch up. Setelah itu lakukan duplikat hingga ada 8 tombol/button yang berarti membutuhkan touch up dan touch down berjumlah 16 program/menu input seperti ditunjukkan pada gambar 5. Setelah selesai, simpan dan pindahkan aplikasi ke smartphone dan Instal aplikasi tersebut.

Pemrograman Arduino dilakukan menggunakan software IDE. Pengujian kinerja mikrokontroler dilakukan dengan mengukur jarak efektif Module Bluetooth HC-06 yang terpadang pada mikrokontroler terhadap smartphone. Perhitungan waktu pairing dilakukan menggunakan stopwatch untuk mengetahui besarnya delay yang terjadi pada mikrokontroler.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Bentuk akhir forklift otonomus ditunjukkan pada gambar 6. Sistem kendali forklift dipasang pada bagian atas unit. Perintah kerja forklift dihasilkan dengan menghubungkan koneksi antara kontroler smartphone android dengan module Bluetooth yang telah dipasangkan pada Arduino Nano. Setelah terhubung, tekan tombol perintah untuk mengaktifkan relay modul sehingga menggerakkan solenoid valve. Tampilan aplikasi pada kontroler dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 6. Foto forklift otonomus



Gambar 7. Tampilan aplikasi kontroler pada smartphone android

Pembahasan

Pengujian Jarak koneksi dilakukan untuk mengetahui jangkauan maksimal pengendalian forklift otonomus. Module Bluetooth HC-06 yang digunakan pada sistem kendali forklift dapat bekerja secara efektif hingga mencapai jarak 21 meter, kemudian konekinya tersendat dan terputus ketika melebihi jarak tersebut. Lama waktu tunggu untuk menghubungkan antara Smartphone menuju ke Microcontroller adalah 0,16 detik dan waktu tunggu dari Smartphone menuju ke Solenoid Valve adalah 0,3 detik pada 60 kali siklus kerja. Keterbatasan koneksi dipengaruhi oleh kekuatan sinyal dari module Bluetooth. Hasil pengujian jarak koneksi Bluetooth ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Jarak jangkauan pengendalian forklift otonomus

Jarak	Pergerakan	Go Back	Go Forward	Turn Left	Turn Right	Lift Up	Lift Down	Tilt Up	Tilt Down
1 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
2 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
3 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
4 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
5 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
6 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
7 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
8 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
9 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
10 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
11 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
12 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
13 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
14 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
15 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
16 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
17 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
18 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
19 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
20 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
21 Meter		Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung	Terhubung
22 Meter		Tersendat	Tersendat	Tersendat	Tersendat	Tersendat	Tersendat	Tersendat	Tersendat
23 Meter		Putus	Putus	Putus	Putus	Putus	Putus	Putus	Putus

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Perancangan dan pengembangan forklift otonomus yang sederhana telah kami kembangkan. Forklift dapat bergerak dan mengangkat muatan berdasarkan data dari kontroler. perangkat kendali dapat bekerja dengan baik hingga jarak 21 meter dari kontroler dan memiliki delay antara 0,16 detik hingga 0,3 detik serta ketahanan pada 55 siklus kerja.

Saran

Perlu adanya penambahan sensor yang dapat mendeteksi rintangan di dekat unit forklift agar tidak terjadi tabrakan ketika forklift dioperasikan. Penambahan sistem 3D scanning diperlukan untuk memetakan area serta mengatur gerakan forklift sehingga unit dapat bekerja secara *full autonomous*.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] J. Rajagukguk, "Analisa Perancangan Forklift dengan kapasitas 1 ton," *J. KALPIKA*, vol. 7, 2011, [Online]. Available: https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=Analisa+Perancangan+Forklift+dengan+kapasitas+1+ton&btnG=.
- [2] M. Irmansyah, T. Irmansyah, and L. Novita, "Robot Forklift Dengan Sensor Cahaya Sebagai Penentu Warna Barang Berbasis Mikrokontroler," *Elektron J. Ilm.*, vol. 9, pp. 25–32, 2017, doi: <https://doi.org/10.30630/eji.9.2.92>.
- [3] N. U. Azizah, "Rancang Bangun Prototipe Alat Deteksi Jarak pada Mobil Pengangkut Barang Berbasis Arduino," UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2015.
- [4] A. Halim, I. Anshory, and J. Jamaaluddin, "Sistem Pendeteksi Mundur Dan Manuver Pada Forklift Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino," *CYCLOTRON*, vol. 2, pp. 13–17, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.30651/cl.v2i2.3255>.
- [5] D. Setiawan and A. Tahir, "Design and Construction of Lifting Machine (Forklift) Equipped with Atmega 2560 Microcontroller-Based Remote Control," *ICONSS Proceeding Ser.*, vol. 1, pp. 101–106, 2019, doi: <https://doi.org/10.30605/iconss.91>.
- [6] A. W. Purwandi, "Sistem Kendali Jarak Jauh Dengan Handphone Menggunakan Pengenal Suara Microsoft Sapi 5.3," *J. ELTEK*, vol. 11, pp. 42–54, 2013, [Online]. Available: <https://kjm.polinema.ac.id/index.php/eltek/article/view/4>.
- [7] M. Rusdi and A. Yani, "Sistem Kendali Peralatan Elektronik Melalui Media Bluetooth Menggunakan Voice Recognition," *JET (Journal Electr. Technol.)*, vol. 3, pp. 27–33, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/292>.
- [8] H. Saptaji, *Mudah Belajar Mikrokontroler Dengan Arduino*. Jakarta: Widia Media, 2014.
- [9] W. Putra and W. Purwanto, "Arduino-based Automatic Control System for Turn Signal and Brake Lights on Motorcycle", *MOTIVECTION*, vol. 2, no. 1, pp. 43-55, Jan. 2020.