

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ROBOT TROLI (PENGANTAR BARANG) OTOMATIS DILENGKAPI DENGAN SENSOR WARNA DETEKSI TIPE BARANG MENGGUNAKAN SISTEM KENDALI PID

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun oleh :

Nama : Rizky Alif Ramdhani

NIM : 41419120161

Pembimbing : Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Rizky Alif Ramdhani
NIM : 41419120161
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Prototype* Robot Troli (Pengantar Barang) Otomatis Dilengkapi Dengan Sensor Warna Deteksi Tipe Barang Menggunakan Sistem Kendali PID

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Bekasi, 28 July 2021



(Rizky Alif R, A.Md.T.)

HALAMAN PENGESAHAN

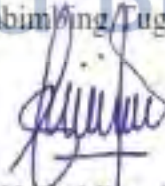
RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ROBOT TROLI (PENGANTAR BARANG) OTOMATIS DILENGKAPI DENGAN SENSOR WARNA DETEKSI TIPE BARANG MENGGUNAKAN SISTEM KENDALI PID



Disusun oleh :

Nama : Rizky Alif Ramdhani
NIM : 41419120161
Program Studi : Teknik Elektro

UNIVERSITAS
Mengetahui,
Pembimbing/Tugas Akhir
MERCU BUANA



(Muhammad Hafid Ibnu Hajar, ST., M.Sc.)

Kaprod/ Teknik Elektro



(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng.)

Koordinator Tugas Akhir



(Muhammad Hafid Ibnu Hajar, ST., M.Sc.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan anugerah-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Salawat beserta salam ditunjukkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa syafaat bagi kita semua umatnya. Tugas akhir ini berjudul **“Rancang Bangun *Prototype Robot Troli (Pengantar Barang) Otomatis Dilengkapi Dengan Sensor Warna Deteksi Tipe Barang Menggunakan Sistem Kendali PID*”** dibuat guna melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, baik secara moril, materil, maupun sumbang pikiran, khususnya kepada berikut ini.

- 1) Orang tua, terutama Ibunda yang tidak pernah lelah mendoakan dan mendukung penulis dengan penuh sabar dan kasih sayang.
- 2) Bapak Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
- 3) Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST., M.Sc. selaku Dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan petunjuk dan arahannya dalam membuat tugas akhir ini.
- 4) Ibu dan Bapak Dosen, yang senantiasa selalu siap menjadi tempat bagi penulis untuk memberikan wawasan dan ilmu pengetahuannya.
- 5) Teman-teman kelas Teknik Elektro angkatan 36, yang selama satu setengah tahun saling mendukung satu sama lain.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, baik bagi rekan-rekan mahasiswa Mercu Buana, rekan mahasiswa universitas lainnya, semua pembaca serta bagi penulis khususnya. Semoga kekurangan yang da apada karya tulis ini dapat diperbaiki di masa mendatang dan kelebihanannya dapat dipertahankan bahkan dikembangkan menjadi lebih baik lagi.

Bekasi, 16 April 2021



Penulis

ABSTRAK

Rancang bangun Robot Troli pada laporan ini merupakan sebuah Robot Troli yang akan digunakan untuk menggantikan peran fungsi manusia dalam membawa barang pada dunia manufaktur. Robot Troli ini dilengkapi dengan sensor warna sebagai pendeteksi jenis barang yang ada di atasnya untuk penentuan lajur yang akan dilewati atau tujuan dari pergerakan Robot Troli itu sendiri, digunakannya sensor warna dengan harapan Robot Troli dapat menggantikan sepenuhnya fungsi manusia untuk membedakan jenis barang yang akan diantar dalam memindahkan barang dengan 3 lajur yang berbeda.

Penulis menggunakan metoda PID untuk sistem kendali Robot Troli dikarenakan stabilitas dari Robot Troli perlu di atur dan diawasi oleh sistem kendali PID untuk mendapatkan pergerakan Robot yang stabil dan juga cepat sampai di tujuan. Metoda penentuan PID yang digunakan ialah Ziegler Nichols 2 dengan nilai Kcr 2 dan juga Pcr 2.85 melalui proses pembacaan parameter pergerakan Robot Troli.

Hasil dari penggunaan metoda PID Ziegler Nichols 2 ini cukup terlihat pada pergerakan Robot. Nilai Kcr 2 dan Pcr 2.85 akan di konversi menjadi sistem kendali P-I dengan nilai Kp 0.9 dan Ki 0.379 menggunakan table Ziegler Nichols 2 dan menghasilkan pergerakan Robot Troli yang cukup stabil dengan nilai *error* rata rata sebesar 4.4%. Dan juga implementasi sensor warna cukup efektif untuk membedakan 3 jenis barang yang dibawa oleh Robot Troli dengan berhasilnya Robot Troli memilih lajur sesuai dengan barang yang dibawa sebanyak 10 kali.

Kata Kunci : Robot Troli, Sistem Kendali PID, Sensor Warna, Arduino.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN PERNYATAAN..... | I |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | II |
| KATA PENGANTAR..... | III |
| ABSTRAK | IV |
| DAFTAR ISI..... | V |
| DAFTAR GAMBAR..... | VIII |
| DAFTAR TABEL..... | X |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan..... | 2 |
| 1.4 Pembatasan Masalah | 2 |
| 1.5 Metodologi Penelitian | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II LANDASAN TEORI..... | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 5 |
| 2.2 Robot | 7 |
| 2.2.1 Jenis Robot..... | 8 |
| 2.3 Sistem Kendali..... | 9 |
| 2.3.1 Sistem Kendali Lup Terbuka (<i>Open-Loop Control System</i>)..... | 9 |
| 2.3.2 Sistem Kendali Lup Tertutup (<i>Closed-Loop Control System</i>)..... | 9 |
| 2.3.3 Kendali <i>Proportional</i> (P)..... | 10 |
| 2.3.4 Kendali <i>Integral</i> (I)..... | 11 |
| 2.3.5 Kendali <i>Proportional Integral</i> (PI)..... | 12 |
| 2.3.6 Kendali <i>Proportional Derivative</i> (PD) | 12 |
| 2.3.7 Kendali <i>Proportional Integral Derivative</i> (PID)..... | 13 |
| 2.4 Metode Sistem Kendali PID..... | 15 |
| 2.4.1 Metode Ziegler-Nichols 1 | 15 |
| 2.4.2 Metode Ziegler-Nichols 2 | 16 |
| 2.5 Mikrokontroler | 17 |
| 2.5.1 Arduino | 18 |
| 2.5.1.1 Bahasa Pemrograman Arduino..... | 19 |
| 2.6 Sensor | 20 |
| 2.6.1 Sensor Warna Photodiode..... | 21 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.6.1.1 | Karakteristik Sensor Warna..... | 21 |
| 2.6.2 | Sensor Garis <i>Line Tracking</i> | 23 |
| 2.7 | Aktuator..... | 24 |
| 2.7.1 | Motor DC..... | 24 |
| BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM..... | | 28 |
| 3.1 | Diagram Blok Sistem | 28 |
| 3.1.1. | Fungsi Sistem..... | 29 |
| 3.1.2. | Deskripsi Kerja Sistem..... | 29 |
| 3.1.3. | Spesifikasi Sistem | 30 |
| 3.2 | Perancangan Mekanik | 31 |
| 3.2.1. | Alat dan Bahan Mekanik..... | 31 |
| 3.2.2. | Perancangan Robot Troli..... | 31 |
| 3.2.3. | Perancangan Jalur Lintasan..... | 32 |
| 3.2.4. | Perancangan Beban Kerja | 33 |
| 3.3 | Perancangan Elektrik..... | 34 |
| 3.3.1. | Alat dan Bahan Elektrik..... | 35 |
| 3.3.1.1 | Mikrokontroler | 35 |
| 3.3.1.2 | Baterai..... | 37 |
| 3.3.1.3 | Sensor Garis <i>Line Tracking</i> | 38 |
| 3.3.1.4 | Sensor Warna TCS3200 | 39 |
| 3.3.1.5 | Sensor <i>Ultrasonic</i> | 39 |
| 3.3.1.6 | Driver Motor L298N | 40 |
| 3.3.1.7 | Motor DC + <i>Gearbox</i> | 41 |
| 3.4 | Perancangan Program..... | 42 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 44 |
| 4.1 | Hasil Perancangan | 44 |
| 4.2 | Pengujian Komponen Alat dan Sistem..... | 45 |
| 4.2.1. | Pengujian Sensor Warna..... | 45 |
| 4.2.1.1. | Rangkaian Pengujian Sensor Warna..... | 45 |
| 4.2.1.2. | Alat Pengujian Sensor Warna | 45 |
| 4.2.1.3. | Hasil Pengujian Sensor Warna | 46 |
| 4.2.2. | Pengujian Sensor Garis..... | 46 |
| 4.2.2.1. | Rangkaian Pengujian Sensor Garis | 47 |
| 4.2.2.2. | Rangkaian Pengujian Sensor Garis | 47 |
| 4.2.2.3. | Hasil Pengujian Sensor Garis | 47 |
| 4.2.3. | Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> | 49 |
| 4.2.3.1. | Alat Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> | 50 |
| 4.2.3.2. | Hasil Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> | 50 |
| 4.2.4. | Pengujian Motor DC + <i>Driver</i> L298N | 51 |
| 4.2.4.1. | Rangkaian Pengujian Motor DC + <i>Driver</i> L298N | 51 |
| 4.2.4.2. | Alat Pengujian Motor DC + <i>Driver</i> L298N | 51 |

| | | |
|-----------------------|---|-----------|
| 4.2.4.3. | Hasil Pengujian Motor DC + <i>Driver</i> L298N..... | 52 |
| 4.2.5. | Pengujian Komunikasi Serial Arduino Mega – Arduino Nano | 54 |
| 4.2.5.1. | Rangkaian Pengujian Komunikasi Serial | 54 |
| 4.2.5.2. | Alat Pengujian Komunikasi Serial | 55 |
| 4.2.5.3. | Hasil Pengujian Komunikasi Serial..... | 56 |
| 4.2.6. | Pengujian Pembacaan Sensor Sistem Kendali..... | 56 |
| 4.2.6.1. | Rangkaian Pengujian Pembacaan Sensor Sistem Kendali | 57 |
| 4.2.6.2. | Alat Pengujian Pembacaan Sensor Sistem Kendali..... | 57 |
| 4.2.6.3. | Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Sistem Kendali | 57 |
| 4.3 | Sistem Kendali PID | 58 |
| 4.3.1. | Penentuan Parameter PID | 60 |
| 4.4 | Pengujian Sistem Kendali Robot Troli | 62 |
| 4.4.1. | Pengujian Sistem Kendali P (<i>Proportional</i>) | 63 |
| 4.4.1.1. | Diagram Blok Pengujian Sistem Kendali <i>Proportional</i> | 63 |
| 4.4.1.2. | Hasil dan Analisa Pengujian Sistem Kendali <i>Proportional</i> | 63 |
| 4.4.2. | Pengujian Sistem Kendali P – I (<i>Proportional & Integral</i>) | 64 |
| 4.4.2.1. | Diagram Blok Pengujian Sistem Kendali <i>Proportional - Integral</i> . | 65 |
| 4.4.2.2. | Hasil dan Analisa Pengujian Sistem Kendali <i>Proportional - Integral</i> 65 | |
| 4.4.3. | Pengujian Sistem Kendali PID (<i>Proportional, Integral, & Derivative</i>)..... | 67 |
| 4.4.3.1. | Diagram Blok Pengujian Sistem Kendali PID | 67 |
| 4.4.3.2. | Hasil dan Analisa Pengujian Sistem Kendali PID | 67 |
| 4.4.4. | Kesimpulan & Analisa Pengujian Sistem Kendali..... | 68 |
| 4.5 | Pengujian Keseluruhan Sistem Robot Troli..... | 69 |
| 4.5.1. | Pengujian Navigasi Sistem Robot Troli..... | 69 |
| BAB V | PENUTUPAN | 71 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 71 |
| 5.2 | Saran..... | 72 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 73 |
| LAMPIRAN | | 76 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Diagram Blok Sistem Lup Terbuka | 9 |
| Gambar 2. 2 Diagram Blok Sistem Lup Tertutup | 10 |
| Gambar 2. 3 Diagram Blok Kendali <i>Proportional</i> | 11 |
| Gambar 2. 4 Diagram Blok Kendali Integral | 11 |
| Gambar 2. 5 Diagram Blok Kendali <i>Proportional Integral</i> | 12 |
| Gambar 2. 6 Diagram Blok Kendali <i>Proportional Derivative</i> | 13 |
| Gambar 2. 7 Blok Sistem Kendali PID | 14 |
| Gambar 2. 8 Tanggapan <i>Input Step</i> | 15 |
| Gambar 2. 9 Proses Menentukan Nilai L dan T..... | 16 |
| Gambar 2. 10 Sistem Close Loop Dengan Nilai Kp | 17 |
| Gambar 2. 11 Proses Menentukan Nilai Pcr..... | 17 |
| Gambar 2. 12 Karakteristik Photodiode Terhadap Panjang Gelombang Cahaya . | 22 |
| Gambar 2. 13 Karakteristik Perbandingan antara Temperatur Koefisien Terhadap Panjang Gelombang..... | 22 |
| Gambar 2. 14 Diagram Skema Sensor QTR 8-RC Array..... | 23 |
| Gambar 2. 15 Motor DC | 25 |
| Gambar 2. 16 Diagram Blok Tertutup Motor DC..... | 27 |
| | |
| Gambar 3. 1 Bagan Alir Tahapan Penelitian | 28 |
| Gambar 3. 2 Rancangan Bentuk Robot Troli..... | 32 |
| Gambar 3. 3 Rancangan Lintasan Percobaan Robot Troli..... | 33 |
| Gambar 3. 4 Ilustrasi Objek Benda Kerja..... | 34 |
| Gambar 3. 5 Skematik Elektrik Robot Troli..... | 34 |
| Gambar 3. 6 Arduino Mega 2560 | 36 |
| Gambar 3. 7 Arduino Nano V3 | 37 |
| Gambar 3. 8 Baterai <i>Lithium</i> 18650..... | 38 |
| Gambar 3. 9 Sensor QTR-8RC | 38 |
| Gambar 3. 10 Sensor Warna TCS3200..... | 39 |
| Gambar 3. 11 Sensor Ultrasonik HY-SRF05..... | 40 |
| Gambar 3. 12 <i>Driver</i> Motor L298N..... | 41 |
| Gambar 3. 13 Motor DC + <i>Gearbox</i> | 42 |
| Gambar 3. 14 Flow Chart Sistem Kerja Robot Troli | 43 |
| | |
| Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Alat..... | 44 |
| Gambar 4. 2 Rangkaian Pengujian Sensor Warna | 45 |
| Gambar 4. 3 Rangkaian Pengujian Sensor QTR 8RC..... | 47 |
| Gambar 4. 4 Nilai Parameter Pengujian Kondisi <i>Low</i> | 48 |
| Gambar 4. 5 Nilai Parameter Pengujian Kondisi <i>High</i> | 48 |
| Gambar 4. 7 Rangkaian Pengujian <i>Driver</i> Motor DC..... | 51 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan antara PWM dan Tegangan Keluaran <i>Driver</i> | 53 |
| Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan antara PWM dan RPM Motor DC | 53 |
| Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan antara PWM dan <i>Duty Cycle</i> Motor DC..... | 54 |
| Gambar 4. 11 Rangkaian Pengujian Komunikasi Serial..... | 55 |
| Gambar 4. 12 Rangkaian Pengujian Pembacaan Sensor Sistem Kendali | 57 |
| Gambar 4. 13 Diagram Blok Sistem Kendali Robot Troli..... | 63 |
| Gambar 4. 14 Diagram Blok Pengujian Kendali <i>Proportional</i> | 63 |
| Gambar 4. 15 Grafik Respon Pengujian Sistem Kendali <i>Proportional</i> | 64 |
| Gambar 4. 16 Diagram Blok Pengujian Kendali <i>Proportional - Integral</i> | 65 |
| Gambar 4. 17 Grafik Respon Pengujian Sistem Kendali <i>Proportional – Integral</i> | 66 |
| Gambar 4. 18 Diagram Blok Pengujian Kendali PID | 67 |
| Gambar 4. 19 Grafik Respon Pengujian Sistem Kendali PID | 67 |



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka dari Penelitian Sebelumnya | 7 |
| Tabel 2. 2 Tanggapan Kendali PID Terhadap Perubahan Parameter..... | 14 |
| Tabel 2. 3 Penentuan Parameter PID Dengan Metode Ziegler-Nichols 1 | 16 |
| Tabel 2. 4 Parameter Perhitungan PID Dengan Metode Ziegler-Nichols 2..... | 17 |
| | |
| Tabel 3. 1 Daftar Alat dan Bahan yang Digunakan Prototipe..... | 31 |
| Tabel 3. 2 Daftar Alat dan Bahan yang Digunakan Prototipe..... | 35 |
| Tabel 3. 3 Spesifikasi Arduino Mega 2560..... | 36 |
| Tabel 3. 4 Spesifikasi Arduino Nano V3 | 37 |
| Tabel 3. 5 Spesifikasi Baterai 18650..... | 37 |
| Tabel 3. 6 Spesifikasi Sensor QTR-8RC..... | 38 |
| Tabel 3. 7 Konfigurasi Pin Sensor warna TCS3200 | 39 |
| Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Driver</i> Motor L298N | 40 |
| Tabel 3. 9 Spesifikasi Motor DC..... | 41 |
| | |
| Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengujian Sensor Warna TCS3200 | 46 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Tegangan Keluaran Sensor Garis | 49 |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Kemampuan Sensor <i>Ultrasonic</i> | 50 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Motor DC + <i>Driver</i> L298N | 52 |
| Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Komunikasi Serial | 56 |
| Tabel 4. 6 Hasil Pembacaan Sensor Sistem Kendali..... | 57 |
| Tabel 4. 7 Tabel Parameter Sistem Kendali PID Ziegler Nichols 2 | 62 |
| Tabel 4. 8 Tabel Kesimpulan Percobaan Sistem Kendali Robot | 68 |
| Tabel 4. 9 Tabel Hasil Pengujian Navigasi Sistem | 69 |