



**RANCANG BANGUN MODEL *RUBBER TYRED GANTRY CRANE*
UNTUK SISTEM PENEMPATAN PETI KEMAS OTOMATIS
BERDASARKAN SENSOR WARNA TCS 3200
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560**

Laporan Tugas Akhir

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Disusun Oleh:

Mohammad Fernando Aprilian

NIM. 40040318650018

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN MODEL *RUBBER TYRED GANTRY CRANE*
UNTUK SISTEM PENEMPATAN PETI KEMAS OTOMATIS
BERDASARKAN SENSOR WARNA TCS 3200
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560**

Diajukan Oleh:

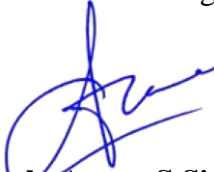
Mohammad Fernando Aprilian

NIM. 40040318650018

Telah dilakukan pembimbingan dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian tugas akhir di Program studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Menyetujui

Dosen Pembimbing,



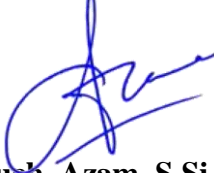
Much. Azam, S.Si., M.Si.

7 Desember 2022

NIP.1969032119944031007

Mengetahui

Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Much. Azam, S.Si., M.Si.

7 Desember 2022

NIP. 196903211994031007

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN MODEL *RUBBER TYRED GANTRY CRANE*
UNTUK SISTEM PENEMPATAN PETI KEMAS OTOMATIS
BERDASARKAN SENSOR WARNA TCS 3200
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560**

Disusun Oleh:
Mohammad Fernando Aprilian
NIM. 40040318650018

Telah diajukan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada tanggal

Tim Penguji
Ketua Penguji/Pembimbing

(Much. Azam, S.Si., M.Si.)
NIP. 196903211994031007

Penguji 1

Penguji 2

(Drs. Eko Ariyanto, M.T)
NIP. 196004051986021001

(Dr. Drs. Priyono, M.Si)
NIP. 196703111993031005

Mengetahui,
Ketua Program Studi Sarjana Terapan (S.Tr.)
Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

(Much. Azam, S.Si., M.Si.)
NIP. 196903211994031007

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Mohammad Fernando Aprilian
NIM : 40040318650018
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : **Rancang Bangun Model *Rubber Tyred Gantry Crane* Untuk Sistem Penempatan Peti Kemas Otomatis Berdasarkan Sensor Warna Tcs 3200 Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 19 Desember 2022

Penulis

Mohammad Fernando Aprilian

HALAMAN PERSEMBAHAN

1. Kedua Orang tua saya yang tercinta sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu dan Ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan kepada penulis.
2. Saudara kandung yang selalu menjadi penyemangat dan selalu memberikan motivasi bagi penulis.
3. Bapak Azam selaku dosen pembimbing saya dan juga sebagai ketua program studi Teknologi Rekayasa Otomasi yang telah membimbing dan membantu penulis menyelesaikan tugas akhir.
4. Teman sekelompok dan seperjuangan saya Fransisco Varick Declan yang sudah bekerjasama dengan baik dengan penulis sampai tahap ini.
5. Hanna Amanda Putri yang selalu memberikan dukungan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Para teman dan rekan-rekan mahasiswa Teknologi Rekayasa Otomasi Angkatan 2018, yang telah memberikan dukungan semangat dan senantiasa memberikan informasi serta pengalaman dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya berkah rahmat dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Yang kemudian diajukan guna memenuhi persyaratan kelulusan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi.

Pada kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terimakasih atas segala bentuk doa, dukungan, serta fasilitas yang telah diperoleh penulis baik selama proses penyusunan laporan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi.
2. Bapak Much. Azam, S.Si, M.Si, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Much. Azam, S.Si, M.Si, selaku Pembimbing tugas akhir.
5. Bapak Drs. Eko Ariyanto, M.T. selaku Dosen Wali Kelas A Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro angkatan tahun 2018

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu, saran dan masukan sangat diharapkan untuk perbaikan yang akan datang. Semoga tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca

Semarang

Penulis

ABSTRAK

Sistem kendali *rubber tyred gantry crane* di pelabuhan masih menggunakan sistem kendali manual sehingga ada peran operator yang harus segera menangani ketika sedang bongkar muat peti kemas ke lapangan tumpuk. Saat ini banyak terjadi kecelakaan akibat perilaku operator dan juga keterlambatan bongkar muat peti kemas. Maka penelitian ini mengembangkan suatu rancang bangun model *rubber tyred gantry Crane* untuk sistem penempatan peti kemas dengan kendali otomatis di pelabuhan. Metode yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor warna TCS 3200, dan sensor ultrasonik HC-SR 04. Perancangan sistem kendali otomatis untuk penempatan peti kemas berdasarkan jenis warna kontainer telah berhasil diimplementasikan dalam bentuk model *gantry crane*, yang dapat bekerja secara otomatis dan mampu mendeteksi keberadaan kontainer dengan keakurasian sensor ultrasonik dengan error 0,14%. Pada pengujian sensor TCS 3200 berhasil mengidentifikasi warna kontainer. Hasil pengujian pada perbandingan kecepatan waktu untuk kendali otomatis dan kendali manual diperoleh bahwa kendali otomatis bekerja dengan selisih waktu rata-rata sebesar 9,6 detik lebih cepat dan efisien, dibanding dengan kendali manual.

Kata Kunci: *RTG Crane, Kendali Otomatis, Peti Kemas, Sensor TCS 3200, Sensor Ultrasonik HC-SR04.*

ABSTRACT

The rubber tyred gantry crane control system at the port still uses a manual control system so that there is a role for the operator who must immediately handle when loading and unloading containers to the stacking field. Currently, many accidents occur due to operator behavior and also delays in loading and unloading containers. So this research develops a rubber tyred gantry crane model design for container placement systems with automatic control at the port. The method used in designing this system is to use the Arduino Mega 2560 microcontroller, TCS 3200 color sensor, and HC-SR 04 ultrasonic sensor. The design of an automatic control system for container placement based on container color type has been successfully implemented in the form of a gantry crane model, which can work automatically and is able to detect the presence of containers with the accuracy of ultrasonic sensors with an error of 0.14%. The TCS 3200 sensor test successfully identified the color of the container. Test results on the comparison of time speed for automatic control and manual control found that automatic control works with an average time difference of 9.6 seconds faster and more efficient, compared to manual control.

Keywords: RTG Crane, Automatic Control, Container, TCS 3200 Sensor, HC-SR04 Ultrasonic Sensor.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 <i>Gantry Crane</i>	8
2.3 Platform Arduino Mega 2560	9
2.4 Arduino IDE.....	12
2.5 Struktur Dasar Pemrograman Arduino	14
2.6 Motor <i>Stepper</i> Nema 17	15
2.6.1 Motor Stepper Bipolar	16
2.6.2 Motor Stepper Unipolar	17
2.6.3 Spesifikasi Motor Stepper.....	18
2.7 Driver Motor Stepper A4988	18
2.8 Sensor TCS 3200.....	20
2.9 Sensor Ultrasonik	21
2.9.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik	22

2.9.2	Sensor Ultrasonik HC-SR04	23
2.10	Relay 5V	24
2.11	Catu Daya	25
2.12	<i>Lifting Electromagnet</i>	27
2.13	<i>Keypad</i>	28
2.14	Step down LM2596	29
2.15	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	30
2.16	Rumus Perhitungan Diskrit	31
BAB III		32
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.2	Diagram Blok Alat	32
3.3	Gambar 3D Alat	34
3.4	Spesifikasi dan Fitur	35
3.5	Teknik Pabrikasi	36
3.5.1	Perancangan Kontruksi Mekanik Model <i>Crane</i>	37
3.5.2	Perancangan Sistem Elektrik	41
3.5.3	Perancangan Perangkat Lunak	44
3.5.4	Perancangan Program Mode Manual Model <i>Crane</i> Pada Keypad Menggunakan Arduino IDE	45
3.5.5	Perancangan Program Mode Otomatis Pada Model <i>Crane</i> Menggunakan Arduino IDE	50
BAB IV		53
PENGUJIAN DAN ANALISA		53
4.1	Pengujian Fungsionalitas Setiap Modul	53
4.2	Pengujian Sensor TCS 3200 Mendeteksi Warna	58
4.3	Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04	61
4.4	Pengujian Motor Stepper Nema 17	62
4.4.1	Pengujian Pergerakan Motor Stepper Nema 17 Pada Gantry	63
4.4.2	Pengujian Pergerakan Motor Stepper Nema 17 Pada <i>Trolley</i>	64
4.4.3	Pengujian Pergerakan Motor Stepper Nema 17 Pada <i>Spreader</i>	66
4.5	Pengujian Fungsionalitas <i>Crane</i> Mode Manual Dengan <i>keypad</i>	67
4.5.1	Uji Coba Kecepatan Waktu Keseluruhan Mode Manual dengan <i>keypad</i>	72
4.6	Pengujian Keseluruhan Alat <i>Crane</i> dengan Mode Otomatis	73

4.6.1 Uji Coba Kecepatan Waktu Keseluruhan Mode Otomatis	78
BAB V	81
KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gantry Crane	8
Gambar 2.2 Arduino Mega2560.....	10
Gambar 2.3 Tampilan Arduino IDE (Integrated Development Kit)	13
Gambar 2.4 Deskripsi toolbar pada Arduino IDE	13
Gambar 2.5 Tampilan Sketch Arduino	14
Gambar 2.6 Struktur Dasar Motor Stepper	15
Gambar 2.7 Motor Stepper Nema 17.....	16
Gambar 2.8 Motor <i>Stepper</i> dengan Lilitan Bipolar	17
Gambar 2.9 Motor <i>Stepper</i> dengan Lilitan Unipolar	17
Gambar 2.10 Driver Motor <i>stepper</i> A4988 dan Pin Driver Motor <i>stepper</i> A4988	18
Gambar 2.11 Sensor Warna TCS3200.....	20
Gambar 2.12 Diagram blok Fungsional Sensor TCS 320.....	20
Gambar 2.13 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik	23
Gambar 2.14 Sensor Ultrasonik HC-SR04	23
Gambar 2.15 Relay 5V.....	24
Gambar 2.16 Power Supply.....	25
Gambar 2.17 Rangkaian catu daya 12 V.....	26
Gambar 2.18 Lifting Electromagnetic	27
Gambar 2.19 Keypad 4x4.....	28
Gambar 2.20 <i>Step Down</i> LM2596	29
Gambar 2.21 Circuit Diagram LM2596.....	29
Gambar 2.22 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	30
Gambar 2.23 <i>I2C Connection to LCD</i>	31
Gambar 3.1 Diagram Blok Alat <i>Rubber Tyred Gantry Crane</i>	32
Gambar 3.2 Desain Keseluruhan Alat	34
Gambar 3.3 Desain Keseluruhan Alat Tampak Samping	34
Gambar 3.4 Desain Keseluruhan Alat Tampak Depan	35
Gambar 3.5 Kontruksi <i>Rubber Tyred Gantry Crane</i>	37

Gambar 3.6 Perancangan Gripper alat RTG	38
Gambar 3.7 Perancangan Trolley RTG.....	39
Gambar 3.8 Perancangan Hoist RTG.....	39
Gambar 3.9 Perancangan Boogie RTG.....	40
Gambar 3.10 Perancangan <i>box container</i>	41
Gambar 3.11 Diagram Skematik Alat.....	41
Gambar 3.12 Flowchart Sistem Otomatis rubber tyred gantry crane	44
Gambar 3.13 Konfigurasi <i>keypad</i> 4x4 pada pin Arduino Mega.....	47
Gambar 3.14 Tampilan Program Awal Pada Arduino IDE	51
Gambar 3.15 Tampilan Program Pada <i>Void setup</i>	51
Gambar 3.16 Tampilan Program Pada <i>Void Loop</i>	52
Gambar 4.1 Pengujian Tegangan Input Catu Daya	53
Gambar 4.2 Pengujian Tegangan Output Catu daya.....	54
Gambar 4.3 Pengujian Tegangan <i>Output Stepdown</i> LM2596.....	55
Gambar 4.4 Pengujian Tegangan <i>Input Stepdown</i> LM2596.....	55
Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Driver A4988 pada Motor Spreader	56
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Driver A4988 pada Motor <i>Trolley</i>	57
Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Driver A4988 pada Motor Gantry kanan dan kiri	57
Gambar 4.8 Foto Pengujian Sensor dengan Meletakkan Box Tepat dibawah <i>spreader</i>	59
Gambar 4.9 Foto Tampilan <i>Serial Monitor</i> Saat Sensor Mendeteksi Warna	60
Gambar 4.10 Tampilan LCD Saat Sensor Mendeteksi Warna.....	60
Gambar 4.11 Pengujian Sensor Ultrasonic jarak 20 cm dengan penggaris dan hasil pembacaan di serial monitor	62
Gambar 4.12 Posisi Awal Crane Saat Mulai Diaktifkan	68
Gambar 4.13 Proses Perintah <i>Troli</i> bergerak Ke Posisi “A”	69
Gambar 4.14 Proses Perintah <i>Spreader</i> Turun ke Box container yang berada dibawahnya	69
Gambar 4.15 Proses Perintah <i>Spreader</i> Naik dan mengangkat Box container yang berada dibawahnya	70

Gambar 4.16 Skema Lapangan Tumpuk.....	73
Gambar 4.17 Tampilan LCD Saat <i>Box Container</i> Terdeteksi.....	74
Gambar 4.18 Sensor Mendeteksi Warna Pada <i>box container</i> dan ditampilkan pada LCD.....	75
Gambar 4.19 Crane Melakukan Pengambilan <i>box container</i>	75
Gambar 4.20 Crane Menempatkan <i>box container</i> ke titik koordinat warna yang ditentukan	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Sheet Arduino Mega 2560	11
Tabel 2.2 Spesifikasi Motor Stepper Nema 17.....	18
Tabel 2.3 Spesifikasi Driver A4988	19
Tabel 2.4 Pemberian Nilai Logika Untuk Setiap Filter	21
Tabel 2.5 Pemilihan Filter Photodiode	21
Tabel 2.6 Spesifikasi Relay 5V	25
Tabel 2.7 Spesifikasi Power supply 12V	27
Tabel 3.1 Daftar Bahan Pembuatan Alat.....	36
Tabel 3.2 Pin Arduino Mega 2560 Yang Digunakan	42
Tabel 3.3 Daftar Jenis Komponen Alat <i>Rubber Tyred Gantry Crane</i>	43
Tabel 4.1 Pengujian Tegangan Catu Daya	54
Tabel 4.2 Pengujian Tegangan Step Down LM2596.....	56
Tabel 4.3 Pengukuran Driver Motor A4988	58
Tabel 4.4 Pengujian Deteksi Warna Kontainer	59
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	61
Tabel 4.6 Pengujian Motor <i>Stepper Gantry</i>	64
Tabel 4.7 Pengujian Motor <i>Stepper Trolley</i>	65
Tabel 4.8 Pengujian Motor <i>Stepper Spreader</i>	67
Tabel 4.9 Fungsi Mode Manual pada <i>Keypad</i>	68
Tabel 4.10 Pengujian Fungsi Respon Sistem Kendali Manual Pada <i>Keypad</i>	71
Tabel 4.11 Uji Coba Kecepatan Waktu Mode Manual Melalui Perintah <i>keypad</i> .	72
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kendali Otomatis Menggunakan <i>box</i> warna merah..	77
Tabel 4.15 Uji Coba Kecepatan Waktu Mode Otomatis	78

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Source Code Arduino IDE Mode Manual <i>Rubber Tyred Gantry Crane</i>	86
LAMPIRAN 2 Source Code Arduino IDE Mode Otomatis Rubber Tyred Gantry Crane	90
LAMPIRAN 3 Source Code Arduino IDE Keseluruhan Rubber Tyred Gantry Crane	104
LAMPIRAN 4 Hasil Pengujian Sensor TCS 3200 Mendeteksi Warna Merah...	107
LAMPIRAN 5 Hasil Pengujian Sensor TCS 3200 Mendeteksi Warna Biru	109
LAMPIRAN 6 Hasil Pengujian Sensor TCS 3200 Mendeteksi Warna Hijau	111
LAMPIRAN 7 Dokumentasi Pengujian Mode Otomatis Dengan Box Berwarna Merah	113
LAMPIRAN 8 Dokumentasi Pengujian Mode Otomatis Dengan Box Berwarna Biru	115
LAMPIRAN 9 Dokumentasi Pengujian Mode Otomatis Dengan Box Berwarna Hijau.....	117
LAMPIRAN 10 Data hasil pengujian kecepatan waktu pada mode manual dan mode otomatis	119
LAMPIRAN 11 DATA SHEET SENSOR TCS 3200	121
LAMPIRAN 12 DATA SHEET RELAY 5V 2 CHANNEL	122
LAMPIRAN 13 DATA SHEET SENSOR LIFTING ELECTROMAGNET	124
LAMPIRAN 14 DATA SHEET SENSOR ULTRASONIC HC-SR04.....	125
LAMPIRAN 15 DIAGRAM SKEMATIK ALAT	126
LAMPIRAN 16 Skema Lapangan Tumpuk.....	127