

TUGAS AKHIR

PENERAPAN *FORWARD KINEMATIC* PADA PERGERAKAN ROBOT INDUSTRI DALAM PROSES PICK AND PLACE BOX PADA CONVEYOR MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)

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



Nama : Darmawis
N.I.M : 41418110170
Pembimbing : Akhmad Wahyu Dani, S.T, M.T

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

LEMBARAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Darmawis
N.I.M : 41418110170
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Penerapan Forward Kinematic pada Pergerakan Robot Industri Dalam Proses Pick and Place Box pada Conveyor Menggunakan Human Machine Interface (HMI)

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 mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

Penulis,



(Darmawis)

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN FORWARD KINEMATIC PADA PERGERAKAN
ROBOT INDUSTRI DALAM PROSES PICK AND PLACE
BOX PADA KONVEYOR MENGGUNAKAN HUMAN
MACHINE INTERFACE (HMI)




UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Darmawis
N.I.M : 41418110170
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS
MERCU BUANA


(Akhmad Wahyu Dani, ST, MT)

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir


(Dr. Setiyo Budiyanto, ST.MT)


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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis selalu tercurahkan kehadirat Allah SWT karena atas segala ramat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “**Penerapan *Forward kinematic* pada Pergerakan Robot Industri Dalam Proses *Pick and Place Box* pada Conveyor Menggunakan *Human Machine Interface (HMI)*”**. Shalawat serta salam semoga selalu Allah SWT curahkan kepada Ukhuwah dan Quduwah kita yakni Rasulullah Muhammad SAW beserta para sahabat, keluarga, dan semua umatnya yang selalu berusaha untuk istiqomah pada jalan-Nya.

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai persyaratan dalam kelulusan mahasiswa agar dapat memperoleh gelar sarjana strata satu dari Universitas Mercu Buana. Terlaksananya penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan, do'a, semangat dan berbagai motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, ST. M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.,
3. Bapak Muhammad Hafidz Ibnu Hajar, ST. M.sc. selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Akhmad Wahyu Dani, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak arahan dan masukan dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh staf pengajar, dan staf administrasi di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
6. Abang-abang dan teman-teman di Rumah Teknologi Indonesia (RTI) yang banyak membantu memberikan fasilitas, pengetahuan, motivasi, semangat dalam pembuatan tugas akhir

7. Seluruh teman-teman teknik elektro khususnya angkatan 33 yang telah banyak mengingatkan jadwal-jadwal penting dan kebutuhan untuk tugas akhir.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis sampai laporan ini selesai yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca umumnya. Sekiranya ada kesalahan dalam penulisan laporan ini, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Jakarta, Mei 2020

Darmawis



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Proses perpindahan barang dari satu tempat ke tempat yang lain biasanya dilakukan dengan cara konvensional menggunakan tenaga manusia, maka dapat dipastikan semakin berat benda dan semakin jauh jarak perpindahan benda tenaga manusia yang dibutuhkan juga semakin besar. Hal ini dinilai kurang efektif mengingat keterbatasan kemampuan manusia dalam memindahkan barang berat dan keterbatasan waktu manusia dalam bekerja. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan sebuah robot lengan yang mampu melakukan proses perpindahan barang dari satu tempat ke tempat lain.

Robot lengan ini dibuat memiliki 6 buah axis menggunakan penggerak servo SG90 dan servo MG996R yang dikontrol menggunakan mikrokontroler. Robot juga dibantu sensor photodiode untuk mendeteksi box yang akan dipindahkan. Keseluruhan sistemnya dikontrol menggunakan PLC dengan pengoperasiannya menggunakan HMI. Pergerakan robot lengan menggunakan metode *forward kinematic* dengan memberikan nilai sudut pada setiap joint untuk mendapatkan posisi *end effector* diinginkan.

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan, robot mampu memindahkan box dari conveyor ke palet, dimana masih terdapatnya error pada kepresisian sudut servo dengan nilai sebesar 10,11% untuk servo SG90 dan 6,23% untuk MG996R. Jarak benda yang dapat dideteksi oleh sensor photodiode yaitu 0-35mm. Perhitungan posisi *end effector* efektif menggunakan perhitungan *forward kinematic* karena dengan perhitungan ini robot dapat bergerak sesuai yang diinginkan.

Kata kunci: robot lengan, servo, *forward kinematics*, *end effector*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

LEMBARAN PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Robot Industri	8
2.2.1 Definisi Robot Industri	8
2.2.2 Keuntungan Menggunakan Robot Industri	9
2.2.3 Keselamatan Menggunakan Robot Industri	10
2.2.4 Tipe Robot Industri	11
2.3. <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	12
2.3.1. Komponen-Komponen PLC	13

2.3.2.	Bahasa Pemrograman	14
2.3.3.	Fungsi logika	15
2.4.	<i>Human Machine Interface</i> (HMI)	19
2.5.	Mikrokontroler Arduino	20
2.5.1.	Arsitektur Mikrokontroler	21
2.5.2.	Konfigurasi Pin Mikrokontroler	24
2.5.3.	Deskripsi Pin Mikrokontroler	25
2.5.4.	Peta Memori Mikrokontroler	27
2.6.	Motor Servo	28
2.7.	Kinematika Robot	29
2.7.1.	<i>Forward kinematic</i>	30
2.7.2.	<i>Inverse kinematic</i>	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN/PERANCANGAN ALAT		33
3.1.	Perancangan Sistem	33
3.2.	Blok Diagram Sistem	33
3.3.	Perancangan Perangkat Keras	36
3.3.1.	Perancangan Mekanik	36
3.3.2.	Perancangan Elektrik	39
3.4.	Perancangan Perangkat Lunak	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		50
4.1.	Pengujian Perangkat Keras	50
4.1.1.	Pengujian Sensor Photodiode	51
4.1.2.	Pengujian Driver Motor DC	52
4.1.3.	Pengujian Motor Servo	53
4.1.4.	Pengujian Rangkaian Optocoupler	55

4.2.	Pengujian HMI dalam Pengoperasian PLC	55
4.3.	Pengujian Gerakan Robot Lengan dengan Pemodelan <i>Kinematic</i>	57
4.4.	Spesifikasi Kemampuan Robot Lengan	62
BAB V PENUTUP		63
5.1.	Kesimpulan	63
5.2.	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simbol logika AND	16
Gambar 2.2 Simbol logika OR	17
Gambar 2.3 Simbol logika NAND	17
Gambar 2.4 Simbol logika NOR	18
Gambar 2.5 Simbol logika EX-OR	19
Gambar 2.6 Mekanisme fungsi HMI	20
Gambar 2.7 Arduino ATmega328	21
Gambar 2.8 ATmega 328 TQFP/MLF	23
Gambar 2.9 Blok diagram ATmega328	24
Gambar 2.10 Pinout ATmega328	25
Gambar 2.11 Peta memori ATmega328	27
Gambar 2.12 Peta memori data ATmega328	28
Gambar 2.13 Analogi kinematika	30
Gambar 2.14 Contoh Lengan Robot 2 DOF	31
Gambar 3.1 Blok diagram sistem	35
Gambar 3.2 Desain mekanik robot lengan	36
Gambar 3.3 Desain conveyor	37
Gambar 3.4 Desain mekanik secara keseluruhan	37
Gambar 3.5 Tampilan dilihat dari depan	38
Gambar 3.6 Tampilan dilihat dari samping	38
Gambar 3.7 Tampilan dilihat dari atas	39
Gambar 3.8 Rangkaian sensor photodiode	40

Gambar 3.9 Rangkaian motor driver	40
Gambar 3.10 Rangkaian motor servo dengan mikrokontroler	41
Gambar 3.11 Hubungan mikrokontroler dengan PLC	42
Gambar 3.12 Pengkabelan input PLC	43
Gambar 3.13 Pengkabelan output PLC	43
Gambar 3.14 Pengkabelan modul analog output	44
Gambar 3.15 Konfigurasi pengaturan komunikasi HMI	45
Gambar 3.16 Rangkaian keseluruhan	46
Gambar 3.17 Tampilan desain <i>screen</i> HMI	48
Gambar 3.18 <i>Flowchart</i> alat secara keseluruhan	49
Gambar 4.1 Hasil <i>real</i> rancangan mekanik	51
Gambar 4.2 Koordinat robot lengan 5 DOF	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keuntungan penggunaan robot	9
Tabel 2.2 Tabel kebenaran logika AND	16
Tabel 2.3 Tabel kebenaran logika OR	17
Tabel 2.4 Tabel kebenaran logika NAND	18
Tabel 2.5 Tabel kebenaran logika NOR	18
Tabel 2.6 Tabel kebenaran logika EX-OR	19
Tabel 4.1 Hasil pengukuran sensor photodiode	52
Tabel 4.2 Pengujian driver motor DC	53
Tabel 4.3 Hasil pengujian servo dalam mengangkat beban.	54
Tabel 4.4 Hasil pengujian rangkaian optocoupler	55
Tabel 4.5 Pengujian HMI dalam pengoperasian PLC	56
Tabel 4.6 DH parameter untuk Gambar 4.1	58
Tabel 4.7 DH parameter untuk posisi <i>Homing</i>	58
Tabel 4.8 DH parameter untuk posisi 1	59
Tabel 4.9 DH parameter untuk posisi 2	59
Tabel 4.10 DH parameter untuk posisi 3	60
Tabel 4.11 DH parameter untuk posisi 4	60
Tabel 4.12 DH parameter untuk posisi 5	61
Tabel 4.13 Spesifikasi robot lengan	62