

**KINEMATIKA DAN ANTARMUKA ROBOT SCARA BERBASIS
PROCESSING IDE**

LAPORAN KERJA PRAKTIK



Disusun oleh:
IVAN SYAHRONI HERMAWAN
17/415746/SV/13611

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LISTRIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

KINEMATIKA DAN ANTARMUKA ROBOT SCARA BERBASIS PROCESSING IDE

LAPORAN KERJA PRAKTIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Kelulusan Program Kerja Praktik Laboratorium

Instrumentasi dan Kendali

Pada Pada Program Studi Teknologi Listrik Departemen Teknik Elektro dan

Informatika

Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

Disusun oleh:

IVAN SYAHRONI HERMAWAN
17/415746/SV/13611

Telah disetujui dan disahkan

pada tanggal 2 Agustus 2019

Ketua Program Studi Teknologi Instrumentasi

Dosen Pembimbing

Ma'un Budiyanto, S.T., M.T.
NIP. 197007071999031002

Fahmizal, S.T., M.Sc.
NIP. 111198807201609101

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya, Laporan Kerja Praktik ini dapat diselesaikan tanpa halangan yang berarti. Keberhasilan dalam menyusun Laporan Kerja Praktik ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang mana dengan tulus dan ikhlas memberikan masukan guna sempurnanya laporan kerja praktik ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ma'un Budiyanto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Listrik Universitas Gadjah Mada,
2. Bapak Fahmizal, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, serta arahan dalam Kerja Praktik,
3. Seluruh Dosen di Teknologi Listrik Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada, yang tidak bisa disebutkan satu-satu, atas ilmu dan bimbingannya,
4. Ibu dan Bapak yang selama ini telah sabar membimbing, mengarahkan, dan mendoakan penulis tanpa kenal lelah untuk selama-lamanya, dan

Penulis menyadari bahwa penyusunan Kerja Praktik ini jauh dari sempurna. Kritik dan saran dapat ditujukan langsung pada e-mail saya. Akhir kata penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekeliruan di dalam penulisan Kerja Praktik ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 2 Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
Intisari	viii
<i>Abstract</i>	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.2.1 Tujuan Umum	2
1.2.2 Tujuan Khusus	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Metode Kerja Praktik	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
II LANDASAN TEORI	4
2.1 SCARA Robot	4
2.2 Motor servo	4
2.3 Kinematika model <i>elbow planar</i> Denavit-Hartenberg	5
2.4 LabVIEW	6
2.5 <i>Microcontroller</i>	6
III PERANCANGAN SISTEM	7
3.1 Metode Perancangan sistem	7
3.1.1 Perancangan Elektronis	7
3.1.2 Pemrograman Kontroller & Implementasi PID	7
3.1.3 Perancangan Antar Muka & Implementasi <i>Invers Kinematic</i>	7

IV PENUTUP	8
DAFTAR PUSTAKA	9

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Robot SCARA	4
Tabel 2.2	Spesifikasi Motor DC pada robot Serpent-1	5

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	model <i>elbow planar manipulator</i>	5
Gambar 2.2	<i>Microcontroller</i> Arduino Mega 2560	6
Gambar 3.1	Diagram metode perancangan sistem	7

Intisari

Abstract

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Robotika merupakan salah satu bidang ilmu yang mempelajari desain, modeling, dan kendali robot. Saat ini robot memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan untuk membantu pekerjaan manusia. Pemanfaatan robot sangat beragam dalam berbagai bidang mulai dari industri samapi dengan eksplorasi ruang angkasa. Dalam bidang industri, robot memiliki peran yang sangat penting dalam proses manufaktur. penggunaan robot dalam manufaktur sangat beragam meliputi proses pengelasan, *spray painting*, perakitan, *milling* dan *drilling*[1].Serpent-1 merupakan salah satu robot SCARA atau Selective Compliance Assembly Robot Arm. Dalam dunia industri, robot SCARA digunakan untuk menangani proses penempatan komponen elektronik[2].

Untuk menggerakkan robot Serpent-1 secara optimal dan efisien. dibutuhkan sebuah persamaan kinematika. persamaan kinematika tersebut dapat diperoleh dari analisis Denavit-Hartenberg. pada penelitian ini digunakan persamaan *inverse kinematic* dengan input berupa titik koordinat kartesius (x_1, y_2) dan output berupa nilai sudut untuk mengendalikan servo pada *shoulder* dan *elbow*[3].

Dalam membangun sebuah sistem kendali dibutuhkan *platform* antar muka sebagai jembatan antara *user* dengan *hardware* pada Serpent-1. Dalam penelitian ini program antar muka dirancang menggunakan *software* LabVIEW. Software ini memiliki beberapa kelebihan yang membuatnya sesuai untuk digunakan sebagai *platform* antar muka untuk Serpent-1. Software ini juga telah digunakan secara luas dibidang industri dan pendidikan sebagai salah satu standar untuk mendesain sistem kendali. Selain itu, LabVIEW memiliki sistem untuk instrumentasi dan data analisis yang *powerful* dan *flexible*[4].

Oleh Karena itu, pada program kerja praktik kali ini akan dilakukan analisis robot Serpent-1 dengan model *elbow planar manipulator* Denavit-Hartenberg dan perancangan antar muka berbasis LabVIEW yang bertujuan untuk membangun sis-

tem kendali kinematika dan antar muka pada robot Serpent-1. Atas dasar tersebut penulis membuat laporan kerja praktik berjudul "**Rancang Bangun Kendali Kinematika dan Antar Muka Robot Serpent-1 Berbasis LabVIEW**" guna memberikan inovasi dan pengembangan pada sistem kendali kinematika pada robot SCARA yang dapat diimplementasikan sebagai sarana belajar sistem kendali di Laboratorium Instrumentasi dan Kendali Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada.

1.2 Tujuan Penelitian

adapun tujuan dalam melaksanakan penelitian terbagi menjadi dua, yaitu tujuan secara umum dan secara khusus sebagai berikut

1.2.1 Tujuan Umum

Untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program kerja praktik program studi Teknologi Instrumentasi Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

1.2.2 Tujuan Khusus

1. Merancang antar muka untuk robot Serpent-1 berbasis LabVIEW
2. Mengimplementasikan persamaan kinematika Denavit-Hartenberg pada kinematika robot Serpent-1

1.3 Batasan Penelitian

Pembatasan masalah diperlukan untuk mempermudah pelaksanaan penulisan laporan kerja praktik sehingga tidak menyimpang dari judul laporan. Lingkup pembatasan masalah dalam Laporan kerja praktik ini dibatasi pada :

1. Komunikasi antara LabVIEW dengan Arduino Menggunakan NI-VISA
2. Analisis model *elbow planar manipulator* Denavit-Hartenberg hanya dilakukan pada *Horizontal joint*

1.4 Metode Kerja Praktik

metode yang digunakan dalam pengerjaan proyek dan penyusunan laporan kerja praktik ini dilakukan dengan metode sebagai berikut

1. Metode pustaka

Metode ini dilakukan dengan membaca dan mempelajari jurnal-jurnal yang memiliki topik seputar SCARA, LabVIEW, dan *invers kinematic*

2. Metode perancangan alat

Metode ini dilakukan dengan membuat desain elektronis, perancangan kinematika robot, serta perancangan software antar muka robot.

3. Metode pengujian

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap kinerja sensor, kinerja aktuator, dan kinerja sensor dan aktuator secara bersamaan.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan kerja praktik ini dilakukan dengan mengikuti sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Memuat latar belakang masalah, tujuan, dan maksud, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Memuat gambaran umum SCARA, *invers kinematic* dengan analisis Denavit-Hartenberg, Software LabVIEW, dan Arduino Mega 2560.

BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Memuat perancangan sistem secara umum, meliputi perancangan dari segi elektronis dan software dari robot Serpent-1.

BAB IV : PENGUJIAN SISTEM

Memuat pengujian dan analisis kerja dari sistem aktuator dan sensor dari Serpent, serta pengujian sistem secara keseluruhan.

BAB V : PENUTUP

Memuat kesimpulan dari perancangan, pembuatan, pengujian, dan analisis kerja robot Serpent-1, serta berisi saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 SCARA Robot

Selective Compliance Articulated Robot Arm atau SCARA merupakan robot yang memiliki empat *degrees of freedom* (DOF). Robot jenis ini memiliki dua atau tiga *horizontal joint* yaitu bagian *shoulder, elbow* dan *wrist* yang dikendalikan oleh servo, sedangkan pada bagian *vertical joint* dikendalikan dengan pneumatik. Sehingga, gerakan yang terdapat pada robot SCARA dapat diklasifikasikan sebagai gerakan mengambil dan menempatkan object. penelitian ini menggunakan robot SCARA dengan nama Serpent-1. Serpent-1 memiliki tiga buah motor servo untuk mengatur pergerakan pada bagian *shoulder, elbow*, dan *wrist*. sedangkan pada *vertical joint* dan gerakan capit menggunakan mekanisme pneumatik. spesifikasi fisik dari robot Serpent-1 dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1: Spesifikasi Robot SCARA

Main arm length	
Fore arm length	
Shoulder movement	°
Elbow movement	°
Wrist rotation	°
Up & down movement	
Maximum tip velocity	
Capacity	

2.2 Motor servo

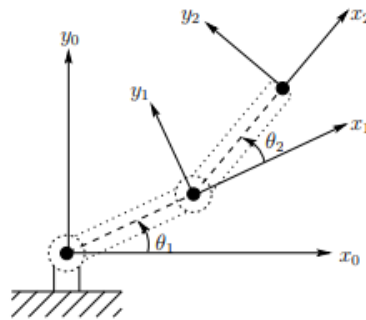
Motor servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki sistem *feedback*. *feedback* pada motor servo merupakan koreksi sudut motor DC terhadap sudut referensi [5]. pada robot Serpent-1 terdapat tiga buah motor DC, motor DC bagian wrist dan elbow merupakan motor DC yang identik. sehingga penulis hanya fokus membandingkan spesifikasi dua motor DC yaitu motor DC yang berada di bagian shoulder (*main arm*) dan motor DC yang berada di bagian elbow (*fore arm*). spesifikasi dua motor DC tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2 sebagai berikut

Tabel 2.2: Spesifikasi Motor DC pada robot Serpent-1

Moments of inertia of the main arm (J_1)	$0.0980kgm^2$
Moments of inertia of the fore arm (J_2)	$0.0115kgm^2$
Masses of the main arm (m_1)	$1.90kg$
Masses of the fore arm (m_2)	$0.93kg$
Motor and equivalent inertias (J_m)	$3.3 * 10^{-6}kgm^2$
Back emf constants for main arm and fore arm motor ($K_{e1} = K_{e2}$)	$0.047Nm/A$
Armature resistance for main arm and fore arm motor ($R_{a1} = R_{a2}$)	3.5Ω
Armatures inductances for main and fore arm motor ($L_{a1} = L_{a2}$)	$1.3mH$

2.3 Kinematika model *elbow planar* Denavit-Hartenberg

Kinematika model *elbow planar* Denavit-Hartenberg merupakan persamaan yang digunakan untuk mencari nilai sudut yang tepat pada bagian *shoulder* dan *elbow* dari input koordinat kartesius yang diberikan dengan tepat[3]. gambar model *elbow planar manipulator* dapat dilihat dari gambar berikut.

**Gambar 2.1:** model *elbow planar manipulator*

Persamaan kinematika dari gambar diatas dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$x_2 = a_1 \cos \theta_1 + a_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \quad (2.1)$$

$$y_2 = a_1 \sin \theta_1 + a_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \quad (2.2)$$

persamaan 1 dan persamaan 2 dapat disusun ulang menjadi *invers kinematic* dengan cara menempatkan sudut dari shoulder dan elbow (θ_1, θ_2) menjadi output dari persamaan tersebut. sedangkan input persamaan model tersebut adalah koordinat sumbu x_1 dan x_2 . Sehingga, persamaan tersebut menjadi berikut :

$$\cos \theta_2 = \frac{(x_2^2 + y_2^2) - (a_1^2 + a_2^2)}{2a_1a_2} \quad (2.3)$$

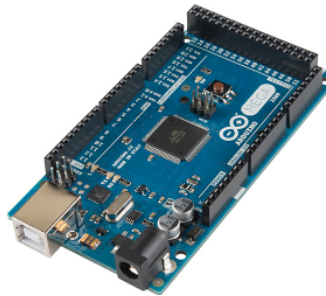
$$\tan \theta_1 = \frac{-(a_2 \sin \theta_2)x_2 + (a_1 + a_2 \cos \theta_2)y_2}{(a_2 \sin \theta_2)y_2 + (a_1 + a_2 \cos \theta_2)x_2} \quad (2.4)$$

2.4 LabVIEW

LabVIEW adalah sebuah *ghrapical programming language* yang dikembangkan oleh National instrumens. Program pada LabVIEW terdiri atas dua jendela program yang aktif, yaitu *front panel* dan *block diagram*. Panel *block diagram* merupakan tempat user untuk menuliskan program. bagian *front panel* adalah tempat mengatur tampilan antar muka dari LabVIEW serta tempat untuk menambahkan berbagai jenis *switch, knob, slider, graph* dan lain-lain. Dalam penelitian ini LabVIEW berfungsi sebagai antar muka antara user dengan hardware Serpent-1. Antar muka ini mengirimkan data berupa posisi titik koordinat x_2 dan x_2 kepada mikrokontroller Arduino Mega 2560 dan mengamati feedback dari sensor encoder pada robot Serpent-1 berupa sudut elbow dan sudut shoulder.

2.5 Microcontroller

Arduino Mega 2560 merupakan *microcontroller* dengan chip ATmega 2560. *Microcontroller* ini memiliki 54 pin *digital input* yang juga dapat difungsikan sebagai pin *digital output*, terdapat 15 pin yang digunakan sebagai PWM *output*, 16 pin input analog, empat UARTs (*hardware serial ports*), 16MHz *crystal oscillator*, sebuah konektor USB, *power jack*, ICSP *header*, dan sebuah *reset button*. Pada penelitian ini, Arduino Mega 2560 digunakan sebagai kontroller pada robot Serpent-1.



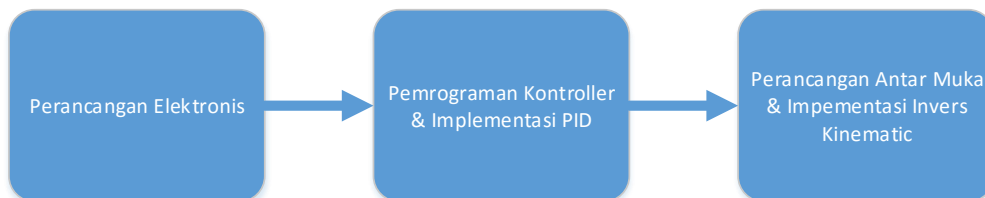
Gambar 2.2: *Microcontroller* Arduino Mega 2560

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Metode Perancangan sistem

Perancangan proyek ini diawali dengan menentukan metode yang tepat untuk mendesain dan membangun sistem secara keseluruhan meliputi perancangan Elektronik, Pemrograman mikrokontroler, perancangan Antar muka, implementasi PID pada kontroller, dan implementasi *invers kinematic* pada Antar muka.



Gambar 3.1: Diagram metode perancangan sistem

3.1.1 Perancangan Elektronik

3.1.2 Pemrograman Kontroller & Implementasi PID

3.1.3 Perancangan Antar Muka & Implementasi *Invers Kinematic*

BAB IV
PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Alshamasin, F. Ionescu, and R. T. A. Kasasbeh, “Modelling and simulation of a SCARA robot using solid dynamics and verification by MATLAB/Simulink,” *International Journal of Modelling, Identification and Control*, vol. 15, no. 1, p. 28, 2011.
- [2] M. T. Das and L. C. Dülger, “Mathematical modelling, simulation and experimental verification of a scara robot,” *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 13, no. 3, pp. 257–271, 2005.
- [3] M. W. Spong, S. Hutchinson, and M. Vidyasagar, *Robot Modeling and Control*. USA: John Wiley & Sons, INC, 2006.
- [4] A. Kaleli, A. Dumlu, M. F. Çorapsiz, and K. Erentürk, “Detailed analysis of SCARA-type serial manipulator on a moving base with LabView,” *International Journal of Advanced Robotic Systems*, vol. 10, 2013.
- [5] G. Younkin, *Industrial Servo Control Systems: Fundamentals And Applications, Revised And Expanded*. USA: Marcel Dekker, INC, 2002.