

**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 Secara Umum	2
1.2.2 Tujuan Khusus	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Metode Kerja Praktik	3
1.5 Sistematika Penulisan	5
II LANDASAN TEORI	6
2.1 Gambaran Umum Robot Lengan	6
2.1.1 <i>Degress of Freedom</i>	7
2.1.2 Konfigurasi Robot Lengan	7
2.1.3 Wrist dan End-effector	8
2.2 Kinematika	9
2.2.1 Kinematika Maju	9
2.2.2 Kinematika Balik	10
2.3 Motor DC	10
2.4 Motor servo	11

III PERANCANGAN SISTEM	13
3.1 Metode Perancangan sistem	13
3.1.1 Diagram Blok Perancangan Sistem	13
3.1.2 Flowchart Cara Kerja Sistem	13
3.1.3 Perancangan Elektronis	15
3.1.4 Perancangan Elektronis	16
3.1.5 Pemrograman Kontroller & Implementasi PID	16
3.1.6 Perancangan Antar Muka & Implementasi <i>Invers Kinematic</i> . .	16
IV PENUTUP	17
DAFTAR PUSTAKA	18

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Robot Serpent-2	11
Tabel 2.2	Spesifikasi Motor DC pada robot Serpent-1	12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	<i>Flowchart</i> Prosedur Penelitian	4
Gambar 2.1	Jenis-Jenis <i>Joint</i>	6
Gambar 2.2	Jenis-Jenis <i>Joint</i>	10
Gambar 3.1	Diagram metode perancangan sistem.	13
Gambar 3.2	Flowchat cara kerja sistem.	14
Gambar 3.3	Pengendali Motor DC EMS 30A H-Bridge	15
Gambar 3.4	Mekanisme pemasangan potensiometer pada motor	15
Gambar 3.5	Relay pneumatik	16
Gambar 3.6	Pneumatik Silinder	16
Gambar 3.7	Rangkaian skematik TIP31 sebagai <i>switch</i>	16
Gambar 3.8	Skematik rangkaian elektronis keseluruhan	16

Intisari

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengoperasian terhadap robot SCARA. SCARA merupakan akronim untuk Selective Compliance Assembly Robot Arm dimana robot ini dapat bergerak dalam dua aksis, yaitu horisontal dan vertikal. Pergerakan Robot ini menggunakan kedua lengan untuk pergerakan horisontal dan satu lengan untuk pergerakan vertikal. Robot SCARA ini dioperasikan dengan bantuan antarmuka yang dibuat dari Processing yang dibuat menggunakan program bahasa c. Antarmuka yang ditampilkan menunjukkan pengoperasian robot SCARA mulai dari kinematika maju dan kinematika balik.

Kata kunci : SCARA, Processing, Kendali, inverse kinematic, Forward Kinematics.

Abstract

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi serta ilmu pengetahuan pada masa ke masa semakin berkembang. Perkembangan ini berjalan seiring dengan penelitian-penelitian di berbagai disiplin ilmu khususnya dalam bidang instrumentasi dan kendali. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya penggunaan sistem instrumentasi dan kendali dalam dunia industri seperti penggunaan robot dalam menyelesaikan pekerjaan manusia. Untuk itu perancangan robot merupakan salah satu solusi untuk memenuhi tuntutan dalam membantu kebutuhan manusia.

Pemilihan robot untuk menggantikan pekerjaan manusia tidak terlepas dengan berbagai kelebihanannya. Robot dapat melakukan suatu pekerjaan yang sama dan berulang tanpa merasakan lelah seperti halnya manusia. Pekerjaan ini lah yang biasa ditemukan dalam bidang industri khususnya pada bagian produksi. Robot dengan sistem lengan robot (*robot arm sistem*) merupakan salah satu jenis robot yang dominan berada dalam bidang industri.

Robot lengan memiliki berbagai jenis, salah satunya adalah robot SCARA (*Selective Compilance Assembly Robot Arm*). Robot SCARA dapat bergerak secara optimal dan efisien karena sebuah persamaan kinematika. Persamaan kinematika yang digunakan adalah *inverse kinematic* dengan masukan berupa titik koordinat kartesius (x_1, y_2) dan keluaran berupa nilai sudut untuk mengendalikan motor servo pada *shoulder* dan *elbow*.

Dalam mengendalikan sebuah robot, dibutuhkan *platfrom* antar muka sebagai jembatan antara *user* dengan *hardware*. Dalam penelitian ini program antar muka dirancang menggunakan *software Processing Ide*. Software ini memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya lebih efektif dan cukup mudah untuk digunakan sebagai *platfrom* antar muka. Keunggulan tersebut salah satunya mudahnya sarana komunikasi terhadap *hardware* yang digunakan. Oleh Karena itu, pada program kerja praktik ini dilakukan analisis robot SCARA berupa kinematika maju dan kinematika balik dengan perancangan antar muka berbasis *Processing Ide*.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam melaksanakan penelitian "Kinematika dan Antarmuka Robot SCARA Berbasis Processing IDE" adalah sebagai berikut:

1.2.1 Secara Umum

1. Merancang *arm manipulator robot SCARA* berbasis Arduino Mega 2560
2. Memahami dan mengimplementasikan antarmuka aplikasi Processing Integrated Development Environment (IDE).
3. Mengimplementasikan kinematika pada *arm manipulator robot SCARA*.

1.2.2 Tujuan Khusus

Untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam menempuh pendidikan Program Diploma III Teknologi Listrik, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada.

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. Akurasi dan presisi dari robot lengan dipengaruhi oleh spesifikasi dan torsi dari masing-masing servo pada joint,
2. Rancangan mekanik yang sudah tersusun dari awal sehingga tidak dapat diubah lagi.
3. Motor DC pada setiap sendi dari joint robot memiliki kebutuhan arus yang berbeda – beda.
4. Komunikasi antara Processing IDE dan perangkat menggunakan komunikasi serial.

1.4 Metode Kerja Praktik

Metodologi adalah suatu cara yang digunakan untuk memperoleh data yang akurat, baik melalui observasi lapangan maupun dari *datasheet* setiap alat yang digunakan. Observasi juga dilakukan dengan meninjau jurnal-jurnal dan konsultasi mengenai penelitian yang dilakukan. Pada bagian ini akan dijelaskan meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, rancangan alat, metode penelitian dan prosedur penelitian. Penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Labolatorium Instrumentasi dan Kendali Diploma Teknik Elektro Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada pada bulan Juli sampai bulan Agustus 20189.

2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam Kerja Praktik adalah personal komputer, AC-to-DC Converter 12V, multimeter, Arduino Mega 2560, modul DC-to-DC Converter LM2596, IC TIP 31, Relay Pneumatik, Driver Motor EMS 30A dan catu daya. Sedangkan bahan yang digunakan adalah Motor Servo yang terpasang di setiap *joint* robot lengan.

3. Pengumpulan Data

Studi pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan buku-buku, dokumen, serta jurnal-jurnal berbentuk *e-book* yang berkaitan dengan robot lengan. Selain itu, *datasheet* dari setiap komponen juga ditinjau. Data-data tersebut menjadi referensi untuk merancang, membuat dan menguji alat.

Konsultasi dilakukan untuk mengumpulkan data melalui tanya jawab atau berdiskusi dengan pihak yang mengetahui dan menguasai segala permasalahan yang dihadapi dalam merancang, membuat, dan menguji robot lengan SCARA. Dalam metode ini penulis berdiskusi dengan dosen pembimbing kerja praktik.

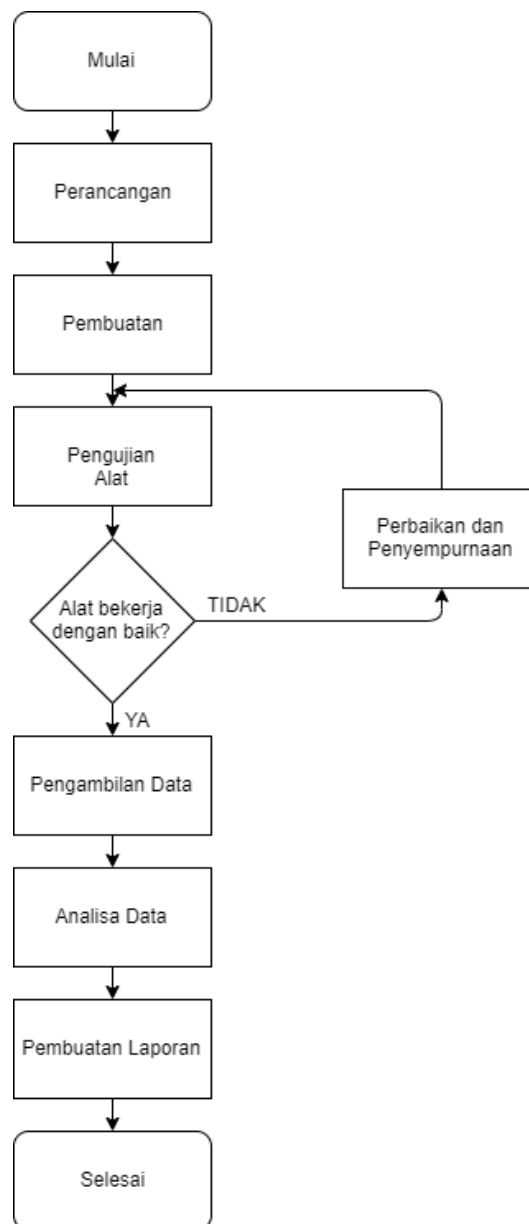
4. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi: Pengujian keluaran tegangan catu daya, pengujian kinerja motor DC, pengujian konfigurasi driver motor H – Bridge, pengujian *Graphical User Interface* (GUI) pada Processing IDE, pe-

ngujian perhitungan kinematika balik, pengujian kinematika maju, serta pengambilan data dan analisa data.

5. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah langkah-langkah dalam menyelesaikan kerja praktik yang akan disajikan dalam bentuk diagram alir. Berikut adalah gambar diagram alir prosedur penelitian yang disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1: Flowchart Prosedur Penelitian

1.5 Sistematika Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan dari laporan kerja praktik yang menjelaskan latar belakang, tujuan , batasan masalah dan metodologi penyusunan laporan proyek akhir

BAB II : LANDASAN TEORI

Memuat gambaran umum robot lengan, lingkup kerja (*workspace*), konfigurasi robot lengan, perhitungan kinematika maju dan kinematika balik, pengertian dan prinsip kerja Processing IDE sebagai antarmuka robot lengan, dan prinsip kerja setiap piranti yang digunakan dalam pembuatan robot lengan,

BAB III : PERANCANGAN SISTEM

Memuat perancangan sistem secara umum, perancangan perangkat keras berupa elektronis dari robot lengan, perancangan perangkat lunak berupa pengolahan Graphical User Interface (GUI) menggunakan Processing IDE, sistem kinematika balik untuk robot lengan, dan integrasi keseluruhan program.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA KERJA SISTEM

Memuat pengujian dan analisis kerja motor servo yang berfungsi sebagai *joint* dari robot lengan, pengujian umpan balik melalui GUI Processing IDE serta pengujian sistem secara menyeluruh.

BAB V : PENUTUP

Memuat tentang kesimpulan dari perancangan , pengujian dan analisis dari sistem kerja robot, serta berisi saran – saran untuk mengembangkan penelitian kerja praktik *arm manipulator robot SCARA* lebih lanjut.

BAB II

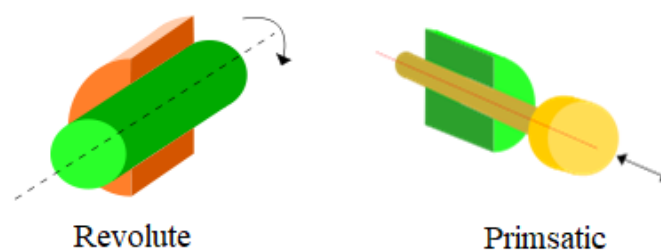
LANDASAN TEORI

2.1 Gambaran Umum Robot Lengan

Robot adalah sebuah alat yang terdiri dari gabungan mekanik dan elektronik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kendali manusia maupun secara otomatis. Robot dapat melakukan suatu tugas secara berulang tanpa merasa lelah sehingga robot banyak digunakan dalam dunia industri khususnya pada bidang produksi. Salah satu jenis robot yang sering dalam bidang produksi adalah sistem lengan robot.

Robot lengan adalah robot yang memiliki bentuk fisik seperti halnya lengan pada manusia dan memiliki derajat kebebasan (degree of freedom) tertentu bergantung pada jumlah sendi yang digunakan. Dengan begitu robot lengan terdiri dari beberapa jenis. Robot lengan pada bidang industri biasa digunakan sebagai actuator untuk mengambil dan meletakkan suatu objek secara terus menerus.

Pada umumnya struktur robot lengan terdiri dari beberapa bagian. Bagian utama adalah struktur mekanik (manipulator) yang merupakan susunan kerangka yang tidak dapat digerakkan (rigid) dan lengan (link) yang satu sama lain terhubung oleh sendi (joint). Dengan adanya joint yang menghubungkan dua link menjadi satu kesatuan sehingga joint membentuk satu derajat kebebasan. Jika diibaratkan dengan tubuh manusia, link adalah tulang sedangkan joint adalah sendi-sendinya. Joint memiliki dua pergerakan, yaitu pergerakan revolute joint (gerak berputar) dan prismatic joint (gerak bergeser) seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.1



Gambar 2.1: Jenis-Jenis Joint

Pada ujung pangkal lengan, robot lengan umumnya menggunakan gripper

yang dapat dipakai untuk memindahkan suatu objek. Robot lengan dalam menjalankan tugasnya dikontrol menggunakan sensor serta aktuator yang telah dirancang untuk melakukan tugas sesuai dari yang diperintahkan. Perpaduan antara sensor dan aktuator ini yang menyebabkan robot lengan dapat bekerja secara optimal dan presisi.

2.1.1 *Degree of Freedom*

Degree of freedom (DOF) merupakan sebuah konfigurasi yang dapat meminimalkan spesifikasi dengan menggunakan n parameter yang dapat menyatakan posisi suatu system pada setiap saat. Biasanya, robot lengan mempunyai paling sedikit enam independen derajat kebebasan: tiga derajat kebebasan untuk translasi dan tiga derajat kebebasan untuk rotasi. Umumnya untuk robot lengan paling tidak memiliki tiga derajat kebebasan untuk dapat memiliki workspace yang cukup. Workspace dari sebuah robot lengan merupakan total volume yang dapat dijangkau oleh end effector dari pergerakan semua jointnya dari titik minimum hingga maksimum.

2.1.2 Konfigurasi Robot Lengan

Pada dasarnya, berbagai jenis dari robot lengan dapat dibedakan dari konfigurasinya. konfigurasi robot lengan merupakan perpaduan antara pergerakan joint yang dimiliki oleh robot lengan. konfigurasi ini memiliki tipe yang berbeda-beda sehingga workspace yang dimiliki pada tiap robot lengan pasti berbeda.

A. Konfigurasi Articulated (Revolute - Revolute - Revolute) Articulated manipulator ini pada dasarnya mempunyai jenis revolute joint pada ketiga joint robot lengan (*wrist, shoulder, elbow*). Dengan konfigurasi ini, robot lengan dengan konfigurasi Articulated dapat memiliki variasi DOF yang banyak. DOF yang dapat dihasilkan dengan robot lengan dengan konfigurasi seperti ini adalah tiga DOF hingga sampai dengan enam DOF tergantung dari kebutuhan dan fungsi yang akan dilakukan oleh robot lengan. Konfigurasi dari joint revolute ini menjadikan robot lengan jenis ini mempunyai kebebasan yang besar dari pergerakannya dalam ruang yang kecil sehingga menjadikan jenis konfigurasi articulated manipulator ini banyak dipakai dan memiliki desain yang populer. Konfigurasi Articulated ini dapat dianalisis seperti yang ada pada Gambar 2. 2.

B. Konfigurasi Spherical (Revolute – Revolute – Prismatic)) Konfigurasi spherical merupakan konfigurasi yang mempunyai dua buah joint revolute dan satu buah joint prismatic. Joint prismatic berada ini joint ketiga atau pada bagian elbow. Sementara dua joint lainnya berada di shoulder dan waist. Struktur dari konfigurasi Spherical seperti pada Gambar 2.3

C. Konfigurasi SCARA (Revolute – Revolute – Prismatic) Konfigurasi Selective Compliant Articulated Robot for Assembly (SCARA) merupakan konfigurasi yang mempunyai dua buah joint revolute dan satu buah joint prismatic sama seperti konfigurasi Spherical. Meskipun SCARA memiliki struktur joint revolute – revolute – prismatic (RRP) sama seperti konfigurasi yang dimiliki spherical, struktur ini sedikit berbeda dengan konfigurasi spherical dari tampilannya maupun dari jarak workspace nya. Tidak seperti konfigurasi spherical, dimana z_0 tegak lurus terhadap 1, dan z_1 tegak lurus dengan z_2 , konfigurasi SCARA memiliki struktur z_0 , z_1 , dan z_2 yang paralel. Struktur dari konfigurasi SCARA seperti yang ditunjukkan Gambar 2.4

D. Konfigurasi Cylindrical (Revolute – Prismatic – Prismatic) Konfigurasi Cylindrical merupakan konfigurasi yang mempunyai satu buah joint revolute dan dua buah joint prismatic. Joint revolute menghasilkan pergerakan rotasi di base/ waist, sementara joint prismatic berada di bagian shoulder dan elbow. Struktur dari konfigurasi Cylindrical seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.5

E. Konfigurasi Cartesian (Prismatic – Prismatic – Prismatic) Konfigurasi cartesian mempunyai tiga buah joint prismatic. Variabel joint dari konfigurasi prismatic adalah koordinat cartesian dari end-effector dengan memperhatikan letak base dari robot lengan. Seperti yang diperkirakan kinematika dari jenis konfigurasi ini adalah yang paling sederhana dari semua konfigurasi robot lengan. Konfigurasi cartesian sangat berguna untuk penyusunan suatu barang di bidang datar seperti mesin laser, kargo atau memindahkan barang. Struktur dari konfigurasi Cartesian ditunjukkan pada Gambar 2.6

2.1.3 Wrist dan End-effector

Wrist atau pergelangan tangan merupakan joint diantara lengan dan end-effector. Joint wrist ini pada umumnya terdapat joint revolute . Hal ini umum digunakan pada

desain manipulator lengan dengan konfigurasi spherical. Konfigurasi spherical mempunyai joint revolute yang saling berpotongan diantara ketiganya, maksudnya setiap joint berputar sesuai koordinat x , y dan z . rotasi atau perputaran dengan axis sumbu x adalah roll, perputaran dengan axis sumbu y adalah pitch dan perputaran dengan axis sumbu z adalah yaw. Joint spherical wrist ini dijelaskan pada Gambar 2. 7.

End-effector merupakan perangkat atau alat yang terhubung dengan ujung lengan robot. End-effector adalah bagian robot yang berhubungan langsung dengan objek. Struktur, pergerakan, material dari end-effector bergantung pada tugas yang akan dilakukan robot tersebut. Stuktur dan bentuk dari end-effector seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8

2.2 Kinematika

Kinematika merupakan pembelajaran pergerakan tubuh tanpa memperhitungkan gaya, torsi maupun momen tertentu yang menyebabkan pergerakan. Terdapat berbagai jenis pergerakan dari kinematika tergantung dari tujuan dari setiap robot. Kinematika yang akan dijelaskan disini adalah kinematika yang khusus mempelajari dan menganalisa pergerakan lengan robot lengan.

Pada kinematika robot, terdapat dua buah pembahasan kinematika. Pembahasan pertama adalah kinematika maju merupakan proses menghitung orientasi dan posisi dari end-effector berdasarkan sudut-sudut dari joint. Sedangkan kinematika balik sebaliknya dari kinematika maju, diberikan posisi end-effector, dimana yang akan dicari adalah besaran sudut yang harus diubah untuk tiap joint dalam mencapai posisi end-effector tersebut. Diagram blok sederhana dari pemodelan kinematika ditunjukkan pada Gambar 2.9

2.2.1 Kinematika Maju

Kinematika maju atau biasa disebut forward kinematics merupakan kinematik untuk mendapatkan hasil akhir berupa koordinat posisi (x , y , z) dengan diketahuinya variabel sudut pada setiap joint dari lengan robot. Variabel sudut tersebut kemudian dilakukan perhitungan satu sama lain hingga pada akhirnya akan mendapatkan koordinat x , koordinat y , dan koordinat z . Proses dari kinematika maju dapat ditunjukkan pada Gambar 2.10

2.2.2 Kinematika Balik

Kinematika Balik Kinematika balik (inverse kinematics) digunakan untuk mencari variabel sudut (joint) robot dalam menentukan posisi dan orientasi dari end-effector. Dalam menentukan koordinat end-effector, kinematika balik mengacu pada penggunaan persamaan kinematika robot untuk menentukan parameter bersama yang memberikan posisi yang diinginkan pada posisi akhir atau end-effector. Kinematika balik mengubah rencana gerak menjadi nilai yang harus diberikan bagi aktuator atau penggerak dalam pergerakan robot. Dalam pergerakannya, robot dimodelkan dalam bentuk persamaan kinematika. Persamaan ini menentukan konfigurasi robot dalam hal parameter untuk setiap aktuator. Kinematika maju menggunakan parameter untuk menghitung konfigurasi robot, dan kinematika balik membalikkan perhitungan ini untuk menentukan parameter bersama dalam mencapai konfigurasi yang diinginkan.

Secara garis besar metode kinematika balik akan mencari nilai-nilai parameter yang harus diberikan kepada setiap aktuator untuk mencapai tujuan akhir. Untuk mendapatkan nilai-nilai parameter tersebut, robot harus mengetahui terlebih dahulu manipulator yang dimilikinya, baik ukuran maupun jumlah aktuator serta derajat kebebasan yang ada. Kemudian, robot harus ditanamkan rumus-rumus yang didapat dari berbagai model perhitungan, baik dari segi analisa grafik langsung maupun menggunakan metode-metode dari berbagai penelitian. Proses dari kinematika balik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1

2.3 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Motor DC mempunyai dua bagian utama, yaitu stator dan rotor. Stator merupakan bagian yang tidak berputar dan rotor merupakan bagian yang berputar dan merupakan kumparan jangkar. Motor DC menghasilkan jumlah putaran dalam setiap satuan waktu yang biasanya dihitung setiap satuan menit (rotations per minute) dan dapat diatur arah putarannya searah jarum jam (clock wise) atau berkebalikan dengan arah jarum jam (counter clock wise) bergantung dengan kutub atau polaritas dari catu daya yang diberikan pada motor DC.



Gambar 2.2: Jenis-Jenis Joint

SCARA merupakan singkatan dari *Selective Compliant Assembly Robot Arm*. Robot ini pertama kali dibuat oleh perusahaan USA bernama Adept pada 1984 dan diklasifikasikan sebagai robot industri. Sistem penggerak robot SCARA merupakan pergerakan langsung pada lengan tanpa bantuan sistem *belt* kecuali pada bagian *wrist*, sehingga membuat mekanisme gerakannya bekerja cepat, sederhana namun tetap akurat. Robot ini banyak digunakan sebagai robot *assembly part* dengan ukuran yang kecil dengan kecepatan sedang.

Robot SCARA yang digunakan pada penelitian ini menggunakan robot SCARA dengan nama Serpent-2. Robot Serpent-2 memiliki dua *horizontal joint* yaitu bagian *shoulder*, *elbow* dan *wrist* yang dikendalikan oleh motor servo. Sedangkan pada bagian *vertical joint* yang berfungsi sebagai naik turun dan buka tutup dari *wrist*, dikendalikan oleh pneumatik yang dikontrol oleh *valve relay*. Sehingga, gerakan yang terdapat pada robot SCARA dapat diklasifikasikan sebagai gerakan mengambil dan menempatkan objek.

Tabel 2.1: Spesifikasi Robot Serpent-2

Main arm length	360 mm
Fore arm length	290 mm
Shoulder movement	180 °
Elbow movement	200 °
Wrist rotation	360 °
Up & down movement	150 mm
Maximum tip velocity	3.0 kg

Pada bagian motor servo, robot serpent-2 menggunakan tiga buah sensor *feedback* yang berguna sebagai pemberi nilai posisi pada masing-masing motor servo. Sensor

feedback yang digunakan pada robot SCARA ini menggunakan potensiometer yang memberikan nilai analog dan kemudian diproses oleh Arduino Mega 2560. Nilai ini, nantinya untuk memproses gerak kinematika dari robot SCARA tersebut sesuai dengan posisi yang diinginkan.

2.4 Motor servo

Motor servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki sistem *feedback*. *feedback* pada motor servo merupakan koreksi sudut motor DC terhadap sudut referensi [1]. 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)	0.0980 kgm^2
Moments of inertia of the fore arm (J_2)	0.0115 kgm^2
Masses of the main arm (m_1)	1.90 kg
Masses of the fore arm (m_2)	0.93 kg
Motor and equivalent inertias (J_m)	$3.3 * 10^{-6} \text{ kgm}^2$
Back emf constants for main arm and fore arm motor ($K_{e1} = K_{e2}$)	0.047 Nm/A
Armature resistance for main arm and fore arm motor ($R_{a1} = R_{a2}$)	3.5Ω
Armatures inductances for main and fore arm motor ($L_{a1} = L_{a2}$)	1.3 mH

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Metode Perancangan sistem

Perancangan robot serpent-2 ini diawali dengan menentukan metode yang tepat untuk mendesain dan membangun sistem secara keseluruhan meliputi perancangan elektronis, pemrograman pada Arduino Mega 2560, implementasi kinematika robot pada robot serpent-2, serta perancangan antarmuka pada *processing ide*. Metode perancangan sistem meliputi diagram blok, flowchart cara kerja sistem, prinsip kerja dan perancangan tiap segmen-segmen yang dibutuhkan.

3.1.1 Diagram Blok Perancangan Sistem

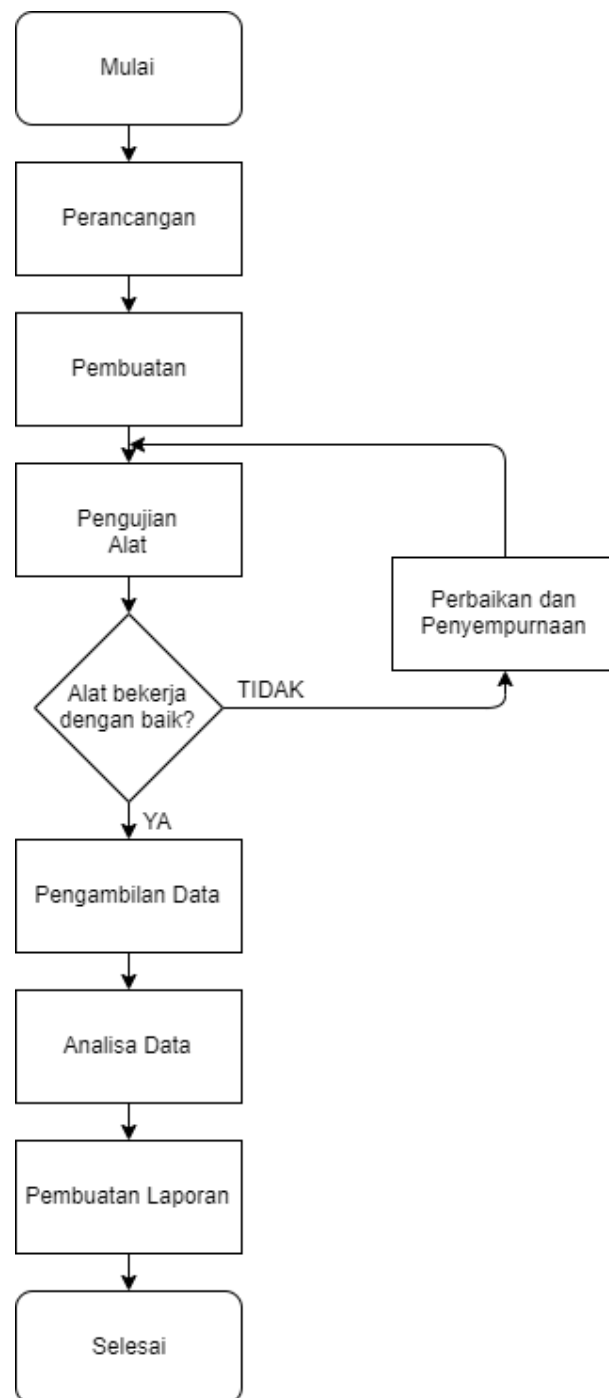
Pada dasarnya, perancangan sistem untuk robot serpent-2 secara sederhana dapat dibagi menjadi tiga bagian. Ketiga perancangan ini merupakan hal yang sangat penting dan saling berkaitan. Perancangan robot serpent-2 jika digambarkan dalam diagram blok sistem dapat digambarkan seperti yang ditunjukkan dalam gambar 3.1



Gambar 3.1: Diagram metode perancangan sistem.

3.1.2 Flowchart Cara Kerja Sistem

Kerja sistem, merupakan bagaimana robot serpent-2 melakukan tugasnya sesuai perintah yang dimasukkan dan kemudian dilaksanakan oleh aktuator. Robot serpent-2 memiliki kerja sistem yang tergolong ringkas yang mana didominasi oleh sistem maju tetapi juga memiliki sistem balik. Kerja sistem dari robot serpent 2 jika dirancang dalam bentuk flowchart dapat ditunjukkan seperti dalam gambar 3.2



Gambar 3.2: Flowchat cara kerja sistem.

3.1.3 Perancangan Elektronik

Perancangan elektronik merupakan perancangan dasar pada pembuatan suatu sistem. Suatu sistem dapat bekerja secara maksimal karena terdiri dari komponen-komponen yang memiliki fungsi masing-masing. Komponen-komponen ini, disatukan kedalam sebuah *Shield Printed Circuit Board* (PCB).

1. Pengendali motor DC yang digunakan adalah modul EMS 30A H-Bridge sebanyak tiga buah yang masing-masing untuk menggerakkan *Shoulder*, *Elbow* dan perputaran *Wrist*. Secara garis besar, fungsi modul pengendali motor ini adalah untuk mengendalikan arah dan kecepatan putaran motor DC sesuai instruksi kendali dari Arduino Mega 2560 pengguna. Modul akan menerima nilai yang dikirimkan oleh Arduino Mega 2560 dan kemudian menggerakkan motor servo yang sudah terhubung dengan *shoulder*, *Elbow* dan perputaran dari *Wrist*.



Gambar 3.3: Pengendali Motor DC EMS 30A H-Bridge

2. Potensiometer yang digunakan adalah jenis potensiometer *rotary*. Potensiometer ini sebagai sensor posisi motor servo. Potensiometer terpasang pada setiap bagian motor servo sesuai dengan perputarannya dan akan memberikan keluaran berupa level tegangan yang berubah-ubah sesuai dengan posisi motor servo saat itu. Level tegangan tersebut kemudian dikirimkan kepada Arduino Mega 2560 sebagai sensor *feedback* yang nantinya akan diproses untuk menyempurnakan posisi sesuai yang ditentukan.

Gambar 3.4: Mekanisme pemasangan potensiometer pada motor

3. Pengaturan pergerakan vertikal dari *wrist* pada robot serphent-2 menggunakan sistem pneumatik silinder. Pada bagian buka tutup *wrist* menggunakan masukan udara biasa untuk menutupnya dan membuang udara untuk membukanya.

Udara tersebut didapat dari kompresor yang terhubung melalui selang dan dikontrol melalui sebuah relay yang bekerja pada tegangan 24v.

Gambar 3.5: Relay pneumatik

Gambar 3.6: Pneumatik Silinder

4. Relay yang bekerja pada tegangan 24v, pada Arduino Mega 2560 dikontrol melalui sinyal digital dengan bantuan rangkaian yang menggunakan TIP31A yang berfungsi untuk memutus atau membuka tegangan 24v.

Gambar 3.7: Rangkaian skematik TIP31 sebagai *switch*

5. Semua komponen-komponen yang dibutuhkan pada sistem kerja, disatukan ke dalam *shield PCB* yang bertujuan agar meringkaskan serta memudahkan perangkaan elektronis. Rangkaian PCB dibuat melalui *software* Eagle.

Gambar 3.8: Skematik rangkaian elektronis keseluruhan

3.1.4 Perancangan Elektronis

3.1.5 Pemrograman Kontroller & Implementasi PID

3.1.6 Perancangan Antar Muka & Implementasi *Invers Kinematic*

BAB IV
PENUTUP

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Younkin, *Industrial Servo Control Systems: Fundamentals And Applications, Revised And Expanded.* USA: Marcel Dekker, INC, 2002.