

PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan rahmat, taufik dan hidayah-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul “Pengendalian Lintasan *End-effector* Robot Lengan dengan Pendekatan *Geometric-based Kinematics*” ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

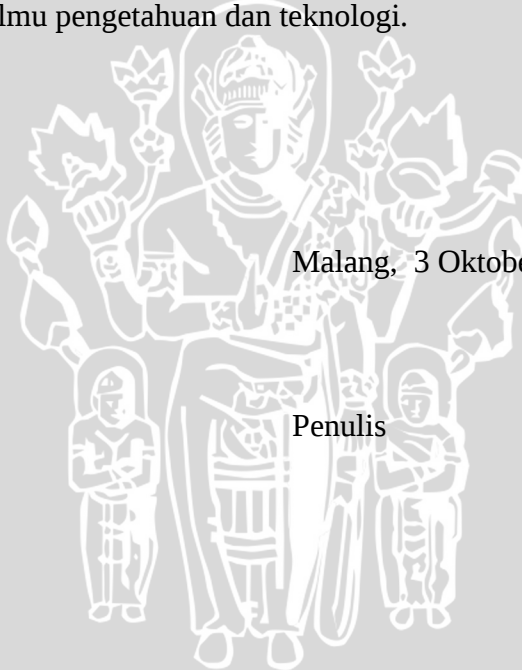
- Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang diberikan,
- Rasulullah Muhammad SAW semoga sholawat dan salam tetap tercurah kepada beliau,
- Ibu Hj. Rif’ah Elfiani, Ayah H. Sukanto atas segala nasehat, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya di dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta telah banyak mendoakan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
- Adikku Fatis alfian kant, Rahmad, Padma, Rani dan Rifa’i yang banyak memberi motivasi dan kelancaran penulis hingga terselesaikannya skripsi ini,
- Bapak Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I atas segala ilmu, bimbingan, nasehat, gagasan, ide, saran, motivasi dan bantuan yang telah diberikan,
- Bapak Purwanto Ir., MT selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Sistem Kontrol Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya,
- Bapak Bambang Ir., MT selaku Dosen Pembimbing II atas segala ilmu, bimbingan, nasehat, gagasan, ide, saran, motivasi dan bantuan yang telah diberikan,
- Ibu Erni Yudaningtyas Ir., MT selaku Kepala Laboratorium Sistem Kontrol atas segala bantuan dan izin yang diberikan dalam pengerjaan skripsi di Laboratorium Sistem Kontrol,

- Mbak Eka selaku Laboran Laboratorium Sistem Kontrol atas segala bantuan yang diberikan dalam pengerjaan skripsi di Laboratorium Sistem Kontrol,
- Staf rekording Jurusan Teknik Elektro,
- Rekan-rekan pengerjaan skripsi di “Lab. Sistem Kontrol”, Mahendra Surya, Wahyu P, Karisma D, Ihdashidqi, Rio, Mas Aldo, Rahma dan Rissa yang selalu memberi semangat, bantuan dan saran dalam pengerjaan skripsi,
- Teman-teman Lab Sistem Kontrol
- Seluruh teman-teman, senior serta semua pihak yang tidak mungkin untuk dicantumkan namanya satu-persatu, terima kasih banyak atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Malang, 3 Oktober 2012

Penulis



DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kinematika Robot Lengan	4
2.1.1 Rotasi	4
2.1.2 Translasi.....	5
2.1.3 <i>DENAVIT-HARTENBERG (D-H) Representation</i>	6
2.1.4 <i>Forward kinematic</i>	7
2.1.5 <i>Invers Kinematic</i>	8
2.2 Motor Servo.....	9
2.2.1 Bentuk Fisik Motor Servo.....	9

2.2.2	Jenis – Jenis Motor Servo	9
2.2.3	Konfigurasi Pin Motor Servo.....	10
2.2.4	Mode Pensinyalan Motor Servo.....	11
2.3	<i>Visual Basic 6.0</i>	13
2.3.1	Operator Dalam Visual Basic	13
2.3.2	Tampilan <i>Visual Basic 6.0</i>	15
2.4	Mikrokontroler Atmega168.....	16
2.4.1	Arsitektur AVR.....	17
2.4.2	Struktur dan Operasi Port.....	18
2.4.3	Timer/Counter.....	20
BAB III METODOLOGI.....		21
3.1	Studi Literatur	21
3.2	Perancangan dan Pembuatan Program.....	22
3.3	Pengujian Alat.....	22
3.4	Penarikan Kesimpulan.....	22
BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PROGRAM.....		23
4.1	Perancangan Sistem.....	23
4.1.1	Blok Diagram dan Prinsip Kerja Robot Lengan	23
4.1.2	Deskripsi <i>Frame Robot Lengan</i>	25
4.2	Perancangan Kinematika Robot Lengan.....	27
4.2.1	<i>Forward Kinematic</i>	27

4.2.2	<i>Invers Kinematic</i>	28
4.2.2.1	Membentuk Segitiga Untuk Tiap-tiap <i>Link</i>	28
4.2.2.1	Solusi Sudut Motor Servo.....	31
4.3	Perancangan Pergerakan Robot Lengan.....	33
4.3.1	<i>Workspace</i> Robot Lengan.....	33
4.3.2	Skema Gerak Robot Lengan	36
4.4	Perancangan Perangkat Lunak	37
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM		39
5.1	Pengujian Sinyal Kontrol Motor Servo.....	39
5.2	Pengujian Motor Servo.....	42
5.3	Pengujian <i>Forward Kinematic</i>	48
5.4	Pengujian <i>Invers Kinematic</i>	51
BAB VI PENUTUP		55
6.1	Kesimpulan.....	55
6.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		57

DAFTAR TABEL

2.1 Operator Matematika dalam VB.....	14
2.2 Operator Perbandingan dalam VB.....	14
2.3 Fungsi Khusus Port B Atmega168.....	19
2.4 Fungsi Khusus Port C Atmega168.....	19
2.5 Fungsi Khusus Port D Atmega168	20
4.1 Parameter <i>Link</i> pada Lengan Robot.....	26
5.1 Hasil Pengujian Motor Servo pada <i>Link 3</i>	44
5.2 Hasil Pengujian Motor Servo pada <i>Link 2</i>	45
5.3 Hasil Pengujian Motor Servo pada <i>Link 1</i>	47
5.4 Pengujian <i>Forward Kinematic</i>	49
5.5 Pengujian <i>Invers Kinematic</i>	52

DAFTAR GAMBAR

2.1 Rotasi pada Tiap-tiap Sumbu Koordinat Kartesian	4
2.2 Parameter pada <i>Forward kinematic</i>	8
2.3 Motor Servo	9
2.4 Konfigurasi Pin Motor Servo.....	10
2.5 Pengaturan Sudut Motor Servo.....	11
2.6 Sinyal PWM Secara Umum.....	12
2.7 Tampilan Visual Basic 6.0.....	15
2.8 Arsitektur AVR.....	17
2.9 Konfigurasi Pin Atmega 168	18
4.1 Diagram Blok Sistem.....	24
4.2 Robot Lengan Daggu Hi-tech dan Motor Servo	24
4.3 Modul Mikrokontroler ATmega 168	25
4.4 Pendeklarasian <i>Frame</i> Pada Lengan Robot	26
4.5 Segitiga <i>Link</i> Penghubung Bagian Atas.....	29
4.6 Segitiga <i>Link</i> Penghubung Bagian Bawah.....	29
4.7 Pembentukan Segitiga.....	30
4.8 <i>Invers Kinematic</i> dengan Metode Segitiga	31
4.9 <i>Workspace</i> Robot Lengan	33
4.10 Rancangan Medan Robot Lengan	35

4.11 Ruang Solusi untuk Metode <i>Invers Kinematic</i>	36
4.12 Penempatan Objek dan Penghalang.....	36
4.13 <i>Flowchart</i> Program <i>Forward Kinematic</i>	37
4.14 <i>Flowchart</i> Program <i>Invers Kinematic</i>	38
5.1 Diagram Blok Pengujian Sinyal Kontrol Motor Servo.....	40
5.2 Sinyal Kontrol Motor Servo dengan Lebar Pulsa High 1400 μ s	40
5.3 Sinyal Kontrol Motor Servo dengan Lebar Pulsa High 1500 μ s	41
5.4 Sinyal Kontrol Motor Servo dengan Lebar Pulsa High 1600 μ s	41
5.5 Sinyal Kontrol Motor Servo dengan Lebar Pulsa High 1800 μ s	42
5.6 Blok Pengujian Motor Servo	43
5.7 Grafik Sudut terhadap PWM Motor Servo <i>Link3</i>	44
5.8 Grafik Sudut terhadap PWM Motor Servo <i>Link2</i>	45
5.9 Grafik Sudut terhadap PWM Motor Servo <i>Link1</i>	47
5.10 Blok Pengujian <i>Forward Kinematic</i>	48
5.11 Blok Pengujian <i>Invers Kinematic</i>	51

ABSTRAK

Penggunaan robot di industri semakin meningkat dari waktu ke waktu untuk menangani berbagai tugas, baik tugas yang tidak bisa ditangani manusia seperti di bidang nuklir, kimia, perjalanan ke luar angkasa dan tugas-tugas lain yang dilakukan di lingkungan yang berbahaya. Diantara robot yang sering digunakan dalam dunia industri adalah robot lengan. Robot lengan diharapkan dapat diprogram ulang secara fleksibel oleh pengguna, maka kita membutuhkan antarmuka antara robot lengan dengan pengguna melalui komputer. Penggunaan metode *invers/forward* pada robot lengan akan sangat memudahkan perhitungan posisi dan orientasi *end-effector*. Pada metode *invers kinematic* menggunakan analisa *geometri* untuk mendapatkan solusi posisi dari *end-effector*. Peralatan yang digunakan motor servo, robot lengan, mikrokontroler ATmega 168, kabel komunikasi serial RS232 to USB. Pada pengujian *forward kinematic* dapat dilihat rata-rata *error* posisi pada sumbu x yaitu sebesar ± 0.057807 cm, sedangkan rata-rata *error* yang terjadi pada sumbu y yaitu ± 0.9935 cm. Pada pengujian *invers kinematic* dapat dilihat *error* posisi pada sumbu x yaitu sebesar ± 0.436071 cm sedangkan *error* yang terjadi pada sumbu y yaitu sebesar ± 1.3275 cm.

Kata kunci: Robot lengan, Dagu hi-tech, ATmega 168, *invers kinematic*, *forward kinematic*