

**PERANCANGAN SISTEM SORTIR MENGGUNAKAN ROBOT
ARM 4 DOF (*DEGREE OF FREEDOM*) DENGAN METODE
TRAJECTORY PLANNING DAN *INVERS KINEMATIC***

Nama : Edi Nuralim
NIM : 130431100032
Program Studi : Teknik Elektro
Dosen Pembimbing : Haryanto S.T., M.T.
Kunto Aji Wibisono S.T., M.T.

ABSTRAK

Perkembangan teknologi semakin tahun semakin meningkat salah satunya adalah perkembangan *robotic* dalam bidang industri. Arm robot adalah salah satu mekanik yang digunakan untuk memanipulasi pergerakan lengan manusia seperti mengangkat dan memindahkan yang bertujuan meringankan dan mengurangi resiko berbahaya pada pekerjaan manusia. Pada penelitian ini dirancang sebuah manipulator robot arm 4 DOF (*Degree of Freedom*). Robot akan memindahkan benda secara otomatis pada konveyor berdasarkan inisialisasi warna yang dilakukan sensor warna, perbedaan setiap objek ditentukan dengan 4 warna yang berbeda. Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan posisi awal robot mampu memindahkan objek dari koordinat awal ke koordinat yang telah ditentukan sesuai warna tempat objek, waktu yang ditempuh rata-rata 9,71 s dengan eror rata-rata 24,5 %. Dalam pengujian sensor TCS3200 hampir sempurna tetapi masih sedikit eror dikarenakan pengaruh cahaya luar. Untuk pengujian keseluruhan robot sudah sangat baik tingkat keberhasilan yang dicapai sudah 86,66%. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan robot lengan 4 DOF dengan metode *invers kinematic* dan *trajectory planning* ini sangat efektif dalam melakukan proses memindah barang.

Kata kunci: arm robot, industry, DOF, *trajectory planning* dan *invers kinematic*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

**PERANCANGAN SISTEM SORTIR MENGGUNAKAN ROBOT
ARM 4 DOF (*DEGREE OF FREEDOM*) DENGAN METODE
TRAJECTORY PLANNING DAN *INVERS KINEMATIC***

Nama	:	Edi Nuralim
NIM	:	130431100032
Program Studi	:	Teknik Elektro
Dosen Pembimbing	:	Haryanto S.T., M.T. Kunto Aji Wibisono S.T., M.T.

ABSTRACT

Technological developments year increasing one of them is the development in the field of industrial robotics. Arm robot is one of the mechanics that are used to manipulate the movement of a human arm as lift and move aimed at easing and reducing the risk of harmful human work. In this study designed a robot manipulator arm 4 DOF (Degree of Freedom). The robot will automatically move objects on a conveyor carried by the initialization color color sensors, the difference of each object is determined by 4 different colors. From the experimental results of tests performed with the initial position of the robot is able to move the object from the initial coordinates to the coordinates that have been determined according to the color of the object point, the time it took an average of 9.71 s with an average error of 24.5%. In testing the sensor TCS3200 almost perfect but still a bit error due to the influence of outside light. To test the robot was very good overall level of success achieved has been 86.66%. Based on the results of testing that has been done by the robot arm 4 DOF inverse kinematic methods and trajectory planning is very effective in making the process move stuff.

Keywords: Arm Robot, Industry, DOF, Trajectory Planning and Inverse Kinematic

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala syukur dan kerendahan hati, saya persembahkan karya ini kepada orang-orang yang saya sayangi dan saya cintai, yang selalu memberikan saya semangat dan motivasi, keceriaan dan keyakinan untuk selalu menjalani hidup dengan penuh rasa syukur kepada-Nya.

Yang pertama adalah kepada Alm Bapak (Sumaji) disana, yang dulu selalu memberi semangat untuk tidak boleh putus asa dalam mencari ilmu, semoga bahagia selalu disana panjenengan bapak. Yang kedua untuk emak saya (Karti) tersayang dan tercinta “the real hero in world” yang senantiasa selalu memberikan semangat dan memberi nasehat terbaik sedunia supaya tidak boleh malas dan selalu berbuat baik dalam setiap menjalani kehidupan. Yang ke tiga untuk kedua kakak saya (Krismianto dan Krismiadi) sekaligus keluarganya yang selalu sabar memberi dukungan moral dan material.

Yang keempat yaitu kepada Pertiwi Irma Febriyanti dengan keikhlasan hatinya sabar dan tlaten memberi suport dalam menghadapi kemalessan dan kenakalan saya ketika mengerjakan skripsi ini. Yang kelima yaitu saya persembahkan kepada teman-teman seperjuangan kontrakan A16 pojok ooaaoee (adam, akbar, arif, ibad, susilo, bastian, sendo, irbin) dan teman-teman komunitas mahasiswa jombang (KUMBANG) yang selalu suport saya.

Semoga ALLAH SWT selalu melindungi mereka semua Aamiin.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Laporan skripsi yang berjudul *“Perancangan Sistem Sortir Menggunakan Robot Arm 4 Dof (Degree Of Freedom) dengan Metode Trajectory Planning dan Invers Kinematic”*.

Ini nantinya akan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Elektro di Universitas Trunojoyo Madura. Melalui skripsi ini, mahasiswa diharapkan mampu menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh di bangku perkuliahan ke dalam suatu ide, gagasan, maupun *prototipe* sebuah alat. Sehingga dapat berguna secara langsung dalam menunjang kegiatan pembelajaran, maupun diterapkan didalam masyarakat.

Keberhasilan penulis dalam menyusun laporan skripsi ini tentunya tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini, yaitu:

1. Bapak Miftachul Ulum S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengerjakan skripsi perkuliahan.
2. Bapak Haryanto S.T., M.T selaku dosen wali sekaligus dosen pembimbing skripsi penulis.
3. Bapak Kunto Aji Wibisono S.T., M.T selaku dosen pembimbing skripsi penulis.
4. Orang tua penulis yang telah banyak memberi dukungan baik moril, materil, dan sepiritual
5. Semua teman-teman seperjuangan teknik elektro'13 yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan maupun adanya kesalahan di dalamnya, oleh karena itu penulis mengharap adanya saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca demi membantu kesempurnaan laporan ini.

Bangkalan, 30 juli 2018

Edi Nuralim

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS JUDUL.....	vii
ABSTRAK	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	01
1.1 Latar Belakang.....	01
1.2 Perumusan Masalah	03
1.3 Tujuan dan Manfaat	03
1.4 Batasan Masalah	03
1.5 Metodologi Penelitian.....	04
1.6 Sistematika Penulisan	06
BAB II TEORI PENUNJANG.....	07
2.1 Tinjauan Pustaka.....	07
2.2 Dasar Teori	08
2.2.1 Motor Servo	08
2.2.2 Mikrokontroler.....	11
2.2.2.1 Atmega16	11
2.2.3 Sensor Warna TCS3200	17
2.2.4 PCA 9685.....	20
2.2.5 <i>Inter Integrated Circuit (I2C)</i>	20
2.2.6 <i>Power Supplay</i>	22
2.2.7 Derajat Kebebasan	23
2.2.8 <i>Invers Kinematic</i>	23
2.2.9 Motor DC	24
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	27
3.1 Diagram Koneksi <i>Hardware</i>	28
3.2 Implementasi <i>Hardware</i>	29
3.2.1 Sensor <i>Proximity</i>	30
3.2.2 Sensor TCS3200.....	37
3.2.3 Mikrokontroler 1 dan 2	38

3.2.4 Konveyor.....	40
3.2.5 Mekanik robot arm	41
3.2.6 Laptop	43
3.2.7 Perancangan mekanik tempat objek.....	44
3.3 Diagram Koneksi <i>Software</i>	45
3.4 Implementasi <i>Software</i>	45
3.4.1 <i>CodeVision</i> AVR.....	46
3.4.2 <i>Eclipse Kepler</i>	47
3.4.3 <i>Viual Studio</i>	50
BAB IV IMPLEMENTASI DAN UJI COBA SISTEM	53
4.1 Pengujian Sensor Proximity.....	53
4.2 Pengujian Sensor TCS3200	58
4.3 Pengujian Waktu Pencapaian Titik Koordinat.....	60
4.4 Pengujian keseluruhan system <i>sortir</i>	62
BAB V PENUTUP.....	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	73
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk fisik motor servo	09
Gambar 2.2 Kontruksi motor servo.....	09
Gambar 2.3 Pulsa kendali motor servo	10
Gambar 2.4 Konfigurasi PIN mikrokontroller ATmega16.....	13
Gambar 2.5 Rangkaian minimum sistem ATmega16.....	15
Gambar 2.6 Minimum sistem ATmega16	17
Gambar 2.7 Sensor warna TCS3200	17
Gambar 2.8 Skema pin sensor TCS3200	18
Gambar 2.9 Karakteristik TCS3200.....	19
Gambar 2.10 <i>Driver</i> PCA9685	20
Gambar 2.11 Kondisi sinyal <i>start</i> dan <i>stop</i>	21
Gambar 2.12 Sinyal ACK dan NACK	21
Gambar 2.13 Tranfer bit pada I2C bus.....	21
Gambar 2.14 Blok diagram power <i>supplay</i>	22
Gambar 2.15 Arm manipulator 3 derajat kebebasan	23
Gambar 2.16 Proses Kinematika balik	24
Gambar 2.17 Motor DC sederhana	25
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	27
Gambar 3.2 Keseluruhan sistem robot lengan.....	28
Gambar 3.3 <i>Proximity</i>	29
Gambar 3.4 Sensor TCS3200	30
Gambar 3.5 Skema rangkaian mikrokontroller 2	33
Gambar 3.6 Rangkaian mikrokontroller 2.....	35
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> mikrokontroller 2	35
Gambar 3.8 Skema rangkaian mikrokontroller 1	37
Gambar 3.9 Rangkaian mikrokontroller 1.....	39
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> mikrokontroller 1	39
Gambar 3.11 Ukuran konveyor.....	40
Gambar 3.12 Rancang bangun konveyor	41
Gambar 3.13 Anatomi robot ARM secara keseluruhan	42
Gambar 3.14 Ukuran bagian robot arm 4 dof	43
Gambar 3.15 Komunikasi laptop dengan mikrokontroller	44
Gambar 3.16 Ukuran mekanik tempat objek	44
Gambar 3.17 Diagram proses <i>software</i>	45
Gambar 3.18 <i>Coding flag proximity</i> dengan motor dc	46
Gambar 3.19 <i>Coding</i> persamaan <i>invers kinematic</i>	50

Gambar 3.20 Tampilan GUI	50
Gambar 4.1 Grafik pengujian sensor proximity warna merah	54
Gambar 4.2 Grafik pengujian sensor proximity warna hijau	55
Gambar 4.3 Grafik pengujian sensor proximity warna biru.....	56
Gambar 4.4 Grafik pengujian sensor proximity warna kuning	57
Gambar 4.5 a. Uji sensor proximity 1 b. Uji proximity 2	57
Gambar 4.6 Hasil terminal CV AVR	58
Gambar 4.7 Hasil dari proses GUI	58
Gambar 4.8 Ilustrasi kerja robot.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel pin sensor proximity	29
Tabel 3.2 Pin <i>relay</i> motor dc konveyor	40
Tabel 3.3 Parameter D-H	59
Tabel 4.1 Data pengujian sensor <i>proximity</i> dengan jarak maximal 26 cm warna merah.....	53
Tabel 4.2 Data pengujian sensor <i>proximity</i> dengan jarak maximal 26 cm warna hijau.....	54
Tabel 4.3 Data pengujian sensor <i>proximity</i> dengan jarak maximal 26 cm warna biru	55
Tabel 4.4 Data pengujian sensor <i>proximity</i> dengan jarak maximal 26 cm warna kuning.....	56
Tabel 4.5 Variabel dari warna objek	59
Tabel 4.6 Hasil Pengujian warna sensor TCS3200	59
Tabel 4.7 Hasil pengujian waktu tempu objek warna merah	60
Tabel 4.8 Hasil pengujian waktu tempu objek warna biru	60
Tabel 4.9 Hasil pengujian waktu tempu objek warna hijau	61
Tabel 4.10 Hasil pengujian waktu tempu objek warna kuning	61
Tabel 4.11 Pengujian rata- rata waktu pencapaian.....	62
Tabel 4.12 Pengujian Keseluruhan robot	64
Tabel 4.13 Pengujian pada gui keseluruhan robot	65

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Invers	73
Lampiran 2. Program – program	81

[Halaman ini sengaja dikosongkan]