

MODEL SISTEM CRANE DUA AXIS DENGAN PENGONTROL FUZZY

Disusun Oleh :

Nama : Irwing Antonio T Candra

Nrp : 0622027

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia.

Email : irwingantonio@gmail.com

ABSTRAK

Sistem *crane* digunakan untuk memindahkan *container* dari satu tempat ke tempat lainnya tanpa membuat ayunan. Ayunan pada *container* tersebut tidak boleh terjadi, mengingat isi dari *container* tersebut bisa rusak, penempatan *container* yang berantakan, dan kemungkinan terjadinya kecelakaan misalnya *container* tersebut lepas dari pengait *crane*.

Pada Tugas Akhir ini, model sistem *crane* dikontrol dengan metode logika *fuzzy* agar ayunan yang terjadi adalah seminimal mungkin. *Input* dari sistem inferensi *fuzzy* adalah sudut dan posisi, sedangkan *output* adalah tegangan yang masuk ke motor DC 24 Volt penggerak *crane*. Sensor-sensor yang digunakan adalah potensiometer putaran ganda sebagai sensor sudut dan sensor jarak ultrasonik sebagai sensor posisi. Model sistem *crane* dikontrol dengan menggunakan pengontrol mikro ATmega16.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa model sistem *crane* dengan pengontrol *fuzzy* mampu memindahkan beban dengan nilai beban dan jarak yang berbeda-beda dengan ayunan seminimal mungkin dengan waktu yang singkat. Dari berbagai pengujian tersebut, terbukti bahwa kinerja model sistem *crane* dengan pengontrol *fuzzy* lebih baik daripada metode pengontrolan on-off biasa.

Kata Kunci : Logika *Fuzzy*, Sistem Inferensi Fuzzy, Model Sistem *Crane*, Pengontrol Mikro ATmega16, Sensor Jarak Ultrasonik, Potensiometer Putaran Ganda.

TWO AXIS CRANE SYSTEM MODEL WITH FUZZY CONTROLLER

Composed by :

Name : Irwing Antonio T Candra

Nrp : 0622027

Electrical Engineering, Maranatha Cristian University,
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia.

Email : irwingantonio@gmail.com

ABSTRACT

Crane systems are used for transporting a container from one place to another without making a swing. Swing in the container must not happen because contents of the container can be broken, disorganized placement, and chance of accidents will arise if container became loose from the hook of the crane.

In this Final Project, crane system model is controlled by fuzzy logic method in order to make the swing as little as possible. Input from fuzzy inference system are angle and position, while the output is voltage to 24 V DC motor that move the crane. Sensors used are multiturn potentiometer as angle sensor and ultrasonic sensor as position sensor. Crane system model is controlled using ATmega16 microcontroller.

Based on tests that were done, it can be concluded that crane system with fuzzy controller is able to move a load with different load values and different range with minimum swing in a short time. Those tests prove that performance of crane system model with fuzzy controller is better than a conservative on-off control method.

Key word : Fuzzy Logic, Fuzzy Inference System, Crane System Model, Microcontrol ATmega 16, Ultrasonic Sensor, Multiturn Potentiometer.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	2
I.3 Perumusan Masalah	2
I.4 Tujuan	2
I.5 Pembatasan Masalah	2
I.6 Spesifikasi Alat	3
I.7 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
II.1 Sistem <i>Crane</i>	5
II.1.1 Jenis-Jenis <i>Crane</i>	5
II.1.1.1 <i>Mobile Crane</i>	6
II.1.1.2 <i>Fixed Crane</i>	6
II.2 Logika <i>Fuzzy</i>	8
II.2.1 <i>Membership Function</i>	9
II.2.2 Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> (FIS)	9
II.2.3 Metode Penalaran <i>Fuzzy</i>	10
II.2.4 <i>Fuzzification</i>	10
II.2.5 Operator <i>Fuzzy</i>	11
II.2.6 Metode Implikasi	11

II.2.7 <i>Defuzzification</i>	12
II.3 MATLAB Fuzzy Logic Toolbox	14
II.4 Sensor Jarak Ultrasonik	16
II.6 Potensiometer	20
II.7 Pengontrol Mikro	23
II.7.1 Pengenalan ATMEL AVR RISC	23
II.7.2 Pengontrol Mikro ATmega16	24
II.7.2.1 Fitur ATmega16	24
II.7.2.2 Konfigurasi Pin ATmega16	25
II.7.2.3 Diagram Blok ATmega16	27
II.7.2.4 <i>General Purpose Register</i> ATmega16	29
II.7.2.5 Peta Memori ATmega16	29
II.7.2.6 PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>) ATmega16	31
II.7.2.7 Pin <i>Input/Output</i> ATmega16	33
II.7.2.8 <i>USART (The Universal Synchronous and Asynchronous</i> <i>Serial Receiver and Transmitter)</i> ATmega16	34
 BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	
III.1 Perancangan dan Realisasi Sistem <i>Crane</i> Dua Axis	37
III.1.1 Perancangan dan Realisasi Sensor Sudut	39
III.1.2 Sensor Jarak Ultrasonik	43
III.2 Perancangan Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> pada MATLAB Fuzzy Logic Toolbox	46
III.2.1 <i>Crisp Input</i>	48
III.2.2 <i>Fuzzification</i>	48
III.2.2.1 <i>Input</i> Sudut	48
III.2.2.2 <i>Input</i> Posisi	51
III.2.2.3 <i>Output</i> Tegangan	52
III.2.3 <i>Rule Evaluation</i>	54
III.2.4 <i>Defuzzification</i>	57
III.2.4 <i>Crisp Output</i>	57
III.3 Perancangan dan Realisasi Pengontrol Sistem <i>Crane</i> Dua Axis	59

III.3.1 Rangkaian Relay Pengontrol Motor DC Penggerak	
<i>Crane</i> Naik Turun	59
III.3.2 Skematik <i>Driver</i> Motor DC Penggerak <i>Crane</i> Kiri dan Kanan...	60
III.3.3 Skematik Pengontrol Berbasis Pengontrol Mikro ATMEGA16 .	61
III.4 Perancangan Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> pada Pengontrol Mikro	63
III.4.1 Perancangan Pertama	69
III.4.2 Perancangan Kedua	72
III.4.3 Perancangan Ketiga	74
 BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	
IV.1 Proses Pengambilan Data	78
IV.2 Pengujian Sensor Sudut.....	80
IV.3 Pengujian Sensor Posisi	82
IV.4 Perbandingan Hasil Perhitungan Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> pada Pengontrol Mikro dengan MATLAB Fuzzy Logic Toolbox.....	83
IV.5 Pengujian dan Analisis Sistem <i>Crane</i> dengan Pengontrol <i>Fuzzy</i> pada Berbagai Kondisi Beban dan Jarak serta Perbandingan dengan Metode On-Off.....	85
IV.5.1 Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr	85
IV.5.2 Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr	96
IV.5.3 Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr	107
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	119
V.2 Saran	120
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN A FOTO SISTEM CRANE	
LAMPIRAN B PROGRAM PADA PENGONTROL MIKRO ATMEGA16	
LAMPIRAN C DATASHEET	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port B	26
Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port C	26
Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port D	27
Tabel 2.4 Konfigurasi <i>Port</i> ATmega16	33
Tabel 2.5 Baud Rate.....	35
Tabel 3.1 Tabel Konversi Tegangan ke Nilai ADC.....	42
Tabel 3.2 Tabel Konversi Tegangan dan Nilai PWM (OCR)	58
Tabel 4.1 Tabel Waktu Sebenarnya dan Waktu Secara Teori	79
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengukuran Sudut.....	81
Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengukuran Sensor Jarak Ultrasonik PING	82
Tabel 4.4 Perbandingan Output pada Pengontrol Mikro dan MATLAB Fuzzy Logic Toolbox	84

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>All-terrain Crane</i>	6
Gambar 2.2 <i>Overhead Crane</i>	7
Gambar 2.3 Ilustrasi Perbedaan Logika <i>Fuzzy</i> dengan Logika <i>Boolean</i>	8
Gambar 2.4 Ilustrasi Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	9
Gambar 2.5 Proses <i>Fuzzification</i>	10
Gambar 2.6 Contoh Aplikasi Operator OR dengan Metoda Max	11
Gambar 2.7 Metode Implikasi (Min).....	12
Gambar 2.8 Peralatan GUI MATLAB Fuzzy Logic Toolbox	15
Gambar 2.9 Bentuk Sensor Jarak Ultrasonik PING	16
Gambar 2.10 Dimensi Sensor Jarak Ultrasonik PING	16
Gambar 2.11 Ilustrasi Cara Kerja Sensor PING	18
Gambar 2.12 Diagram Waktu Sensor PING	18
Gambar 2.13 Gambar Posisi Objek terhadap Sensor PING	19
Gambar 2.14 Potensiometer Putaran Tunggal	21
Gambar 2.15 Potensiometer Putaran Ganda	21
Gambar 2.16 Skema Rangkaian Potensiometer	22
Gambar 2.17 Skema Rangkaian <i>Signal Conditioner</i>	22
Gambar 2.18 Konfigurasi Pin ATmega16	25
Gambar 2.19 Blok Diagram ATmega16	28
Gambar 2.20 <i>General Purpose Register</i> ATmega16	29
Gambar 2.21 Peta Memori Program ATmega16	30
Gambar 2.22 Peta Memori Data ATmega16	31
Gambar 2.23 <i>Phase & Frequency Correct</i> PWM	32
Gambar 2.24 Blok USART	34
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem <i>Crane</i> Dua <i>Axis</i> dengan Pengontrol <i>Fuzzy</i>	36
Gambar 3.2a Gambar Model Sistem <i>Crane</i> Tampak Depan	37
Gambar 3.2b Gambar Model Sistem <i>Crane</i> Tampak Samping.....	38

Gambar 3.3 Sensor Sudut pada <i>Crane</i>	39
Gambar 3.4 Pemasangan Sensor Sudut pada Model Sistem <i>Crane</i>	40
Gambar 3.5 Skema Rangkaian Potensiometer	41
Gambar 3.6 Skema Rangkaian <i>Signal Conditioner</i>	41
Gambar 3.7 Grafik Hubungan antara Nilai ADC dengan Sudut	43
Gambar 3.8 Alokasi Pin Sensor PING	44
Gambar 3.9 Diagram Alir Penggunaan Sensor PING	45
Gambar 3.10 Contoh Tampilan FIS Editor Fuzzy Logic Toolbox.....	47
Gambar 3.11 Diagram Alir Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	47
Gambar 3.12 Pengaturan <i>Membership Function Input</i> Sudut pada MATLAB.....	50
Gambar 3.13 Pengaturan <i>Membership Function Input</i> Posisi pada MATLAB.....	52
Gambar 3.14 <i>Membership Function Output</i> Tegangan	54
Gambar 3.15 Jendela <i>Rule Editor</i> pada Fuzzy Logic Toolbox	56
Gambar 3.16 Grafik Konversi Tegangan dengan Nilai PWM	58
Gambar 3.17 Rangkaian Relay Pengontrol Motor DC ke Atas dan Bawah	59
Gambar 3.18 Konfigurasi Pin pada <i>Driver</i> Motor DC L298	60
Gambar 3.19 Skematik Pengontrol Mikro ATmega16	62
Gambar 3.20 Diagram Alir Sistem Inferensi Fuzzy pada Pengontrol Mikro	63
Gambar 3. 21 <i>Membership Function Input</i> Sudut	64
Gambar 3.22 Diagram Alir Proses <i>Fuzzification Input</i> Sudut	66
Gambar 3.23 <i>Membership Function Input</i> Posisi.....	67
Gambar 3.24 Diagram Alir Proses <i>Input</i> Posisi	68
Gambar 3.25 Hasil Percobaan pada Perancangan Pertama.....	71
Gambar 3.26 Hasil Percobaan pada Perancangan Pertama.....	73
Gambar 3.27 Hasil Percobaan pada Perancangan Pertama.....	76
Gambar 4.1 Konfigurasi pin-pin IC MAX232	78
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan antara Waktu Sebenarnya dengan Waktu Secara Teori	80

Gambar 4.3 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 10cm Percobaan I.....	86
Gambar 4.4 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 10cm Percobaan II.....	87
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 45cm Percobaan I.....	88
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 45cm Percobaan II.....	89
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 90cm Percobaan I.....	90
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 90cm Percobaan II.....	91
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 135cm Percobaan I.....	92
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 135cm Percobaan II.....	93
Gambar 4.11 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 180cm Percobaan I.....	94
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 300gr dan jarak 180cm Percobaan II.....	95
Gambar 4.13 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 10cm Percobaan I.....	97
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 10cm Percobaan II.....	198
Gambar 4.15 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 45cm Percobaan I	199
Gambar 4.16 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 45cm Percobaan II.....	100
Gambar 4.17 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 90cm Percobaan I.....	101
Gambar 4.18 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 90cm Percobaan II.....	102

Gambar 4.19 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 135cm Percobaan I	103
Gambar 4.20 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 135cm Percobaan II.....	104
Gambar 4.21 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 180cm Percobaan I	105
Gambar 4.22 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 500gr dan jarak 180cm Percobaan II.....	106
Gambar 4.23 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 10cm Percobaan I	108
Gambar 4.24 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 10cm Percobaan II.....	109
Gambar 4.25 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 45cm Percobaan I	110
Gambar 4.26 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 45cm Percobaan II.....	111
Gambar 4.27 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 90cm Percobaan I	112
Gambar 4.28 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 90cm Percobaan II.....	113
Gambar 4.29 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 135cm Percobaan I	114
Gambar 4.30 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 135cm Percobaan II.....	115
Gambar 4.31 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 180cm Percobaan I	116
Gambar 4.32 Hasil Pengujian Sistem <i>Crane</i> dengan Beban 1000gr dan jarak 180cm Percobaan II.....	117