

**PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL POSISI BEBAN
PADA MINIATURE PLANT CRANE
DENGAN KONTROL PID MENGGUNAKAN PLC**

Hardi

Email : hardi.sumali@gmail.com

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH 65
Bandung 40164, Indonesia

ABSTRAK

Crane merupakan alat bantu mekanis untuk memindahkan benda dari suatu titik ke titik lainnya. Pengendalian crane masih banyak dilakukan oleh manusia, sehingga keahlian operator sangat berperan dalam pengendalian sebuah crane. Keterbatasan tersebut diharapkan dapat diatasi dengan menggunakan pengendali seperti PLC.

Pada tugas akhir ini, dibuat sebuah miniatur *tower crane* yang dikontrol dengan metode PID menggunakan PLC agar dapat memindahkan benda dari satu titik ke titik yang diinginkan dengan ayunan seminimal mungkin dan waktu yang relatif singkat. Metoda tuning Ziegler Nichols digunakan sebagai tuning awal untuk mendapatkan acuan nilai parameter, dilanjutkan dengan metoda tuning *Trial and Error* untuk mendapat nilai parameter PID yang lebih baik. Pengontrolan dapat dilakukan secara langsung melalui panel box yang berisi PLC, inverter dan komponen-komponen pengontrol lainnya. Selain melalui panel box, pengontrolan juga dapat dilakukan menggunakan software Vijeo Citect SCADA. Melalui software Vijeo Citect SCADA, pengamatan dan pengolahan data dapat langsung diambil dan diolah.

Berdasarkan hasil percobaan, pengontrolan miniatur *plant crane* pada sumbu horizontal lebih cocok menggunakan pengontrol PD dengan nilai parameter $K_p = 25$ dan $T_d = 0,2$, sedangkan pada sumbu vertikal lebih cocok menggunakan pengontrol P dengan nilai parameter $K_p = 0,1$. Pengendalian posisi beban dengan menggunakan cara *direct* menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan cara *step by step*.

Kata kunci: Crane, PID, PLC, SCADA

DESIGN AND REALIZATON OF LOAD POSITION CONTROL SYSTEM FOR MINIATURE PLANT CRANE WITH PID CONTROL USING PLC

Hardi

Email : hardi.sumali@gmail.com

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering
Maranatha Christian University
Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH 65
Bandung 40164, Indonesia

ABSTRACT

Crane is a mechanical tool to move objects from one point to another. Nowadays, many crane still controlled by human, then operator ability take play an important role to control movement of the crane. PLC expected to overcome this limitation.

In this final project will be made a miniature of tower crane that controlled by PLC using PID method to be able move object from one point to the desired point with minimum swings and a relatively short time. Ziegler Nichols tuning method uses as the initial tuning to obtain the reference value of the parameter. Trial and error method used to get better value of the PID parameter. Control can be done *directly* through the panel box containing PLC, inverter and other control components. Besides panel box, control can also be performed using Vijeo Citect SCADA. Through Vijeo Citect SCADA software, observation and data processing can be retrieved and processed.

Based on the experiment, controlling of miniature plant crane on horizontal axis more suitable using PD controller with parameter value of $K_p = 25$ and $T_d = 0.2$, and on vertical axis more suitable using P controller with parameter value of $K_p = 0.1$. Load position control using direct method perform a better result than step by step method.

Keyword: Crane, PID, PLC, SCADA

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Perumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan.....	2
I.4 Pembatasan Masalah.....	2
I.5 Spesifikasi Alat.....	3
I.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II LANDASAN TEORI

II.1 <i>Plant crane</i>	5
II.2 Regresi Linier.....	8
II.3 Teori Kontrol.....	8
II.3.1 Kontrol On Off.....	8
II.3.2 Kontrol PID.....	9
II.3.2.1 Kontrol Proporsional.....	9
II.3.2.2 Kontrol Integral.....	9
II.3.2.3 Kontrol Derivatif.....	9
II.3.3 Metode <i>Open Loop</i> Ziegler Nichols dalam tuning parameter kontroler PID.....	10
II.3.4 Metode <i>trial and error</i> dalam tuning parameter kontroler PID.....	11
II.4 PLC (<i>Programmable Logic Controller</i>)	11
II.4.1 Komunikasi.....	12
II.4.2 Bahasa Pemrograman	13

II.4.3 Sinyal Diskrit dan Analog.....	14
II.5 SCADA.....	15
II.6 <i>Variable Speed Drive</i>	16
II.7 <i>Relay</i>	17
II.8 Motor AC.....	18
II.9 Hambatan Kawat.....	20
II.10 <i>Rotary encoder</i>	20
II.11 Sensor Akselerometer.....	21
II.12 Sensor <i>Limit Switch</i>	22
II.13 Miniatur <i>Plant Crane</i>	22
II.14 Spesifikasi Elektronik <i>Tower Crane</i>	24
II.14.1 Spesifikasi Elektronik Sumbu Vertikal.....	24
II.14.1.1 <i>Rotary encoder</i>	24
II.14.1.2 Motor AC 1 fasa.....	25
II.14.1.3 Inverter Altivar 18.....	26
II.14.2 Spesifikasi Elektronik Sumbu Horizontal.....	27
II.14.2.1 Inverter Altivar 32.....	27
II.14.2.2 Motor 1 fasa.....	28
II.14.3 PLC yang digunakan.....	29
 BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	
III.1 Konfigurasi <i>Software</i>	31
III.1.1 Twidosuite V 2.30.....	31
III.1.2 Vijeo Citect 7.2.....	34
III.2 Realisasi <i>Panel Box</i>	42
III.3 Realisasi SCADA.....	43
III.4 Pengkabelan keseluruhan.....	44
III.5 Perancangan Sistem Kontrol.....	45
III.6 Penalaan PID Sumbu Horisontal.....	49
III.6.1 Penentuan persamaan linear untuk posisi.....	49

III.6.2 Analisa Ziegler Nichols.....	51
III.6.3 Hasil penalaan saat diberi aksi kontrol proporsional.....	52
III.6.3.1 Panjang tali vertikal 500mm.....	53
III.6.3.2 Panjang tali vertikal 1000mm.....	61
III.6.4 Hasil penalaan saat diberi aksi kontrol proporsional dan derivatif..	70
III.6.4.1 Panjang tali vertikal 500mm.....	70
III.6.4.2 Panjang tali vertikal 1000mm.....	74
III.7 Penalaan PID Sumbu Vertikal.....	79
III.7.1 Penentuan persamaan linear untuk posisi.....	79
III.7.2 Analisa Ziegler Nichols sumbu Vertikal.....	81
III.7.3 Hasil penalaan saat diberi aksi kontrol proporsional.....	82
III.7.4 Hasil penalaan saat diberi aksi kontrol proporsional dan derivatif.....	86

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

IV.1 Pengendalian cara <i>step-by-step</i>	91
IV.2 Pengendalian cara <i>direct</i>	101

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan.....	110
V.2 Saran.....	110

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A PROGRAM PLC

LAMPIRAN B DATA SHEET

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel penalaan Ziegler Nichols metode <i>open loop</i>	11
Tabel 2.2 Decoding <i>Rotary encoder</i>	21
Tabel 3.1 Data pengamatan pembacaan ADC terhadap posisi horisontal.....	50
Tabel 3.2 Hasil penalaan PID untuk Kp dengan 2 kali perubahan <i>set point</i>	64
Tabel 3.3 Hasil penalaan PID untuk Kp dengan 1 kali perubahan <i>set point</i>	64
Tabel 3.4 Hasil penalaan PID dengan nilai Kp = 25.....	71
Tabel 3.5 Hasil penalaan PID untuk beberapa nilai Td.....	71
Tabel 3.6 Hasil pembacaan <i>rotary encoder</i>	73
Tabel 3.7 Hasil penalaan PID untuk nilai Kp yang berbeda.....	78
Tabel 3.8 Hasil penalaan dengan nilai Kp = 0,1.....	81
Tabel 3.9 Hasil penalaan dengan beberapa nilai Td.....	81
Tabel 3.10 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>direct</i> sumbu horisontal ke-1.....	84
Tabel 4.1 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>step-by-step</i> sumbu vertikal ke-1.....	84
Tabel 4.2 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>step-by-step</i> sumbu horisontal ke-2.....	86
Tabel 4.3 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>step-by-step</i> sumbu vertikal ke-2.....	86
Tabel 4.4 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>step-by-step</i> sumbu horisontal ke-3.....	88
Tabel 4.5 Hasil respon <i>step open loop</i> cara <i>step-by-step</i> sumbu vertikal ke-3.....	89
Tabel 4.6 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>direct</i> sumbu horisontal ke-1....	91
Tabel 4.7 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>direct</i> sumbu vertikal ke-1.....	91
Tabel 4.8 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>direct</i> sumbu horisontal ke-2....	93
Tabel 4.9 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>direct</i> sumbu vertikal ke-2.....	93
Tabel 4.10 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>direct</i> sumbu horisontal ke-3..	96
Tabel 4.11 Hasil respon <i>step closed loop</i> cara <i>direct</i> sumbu vertikal ke-3.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar <i>overhead crane</i>	5
Gambar 2.2 Truk <i>Mobile Crane</i>	6
Gambar 2.3 Kereta <i>Mobile Crane</i>	6
Gambar 2.4 <i>Plant</i> miniatur <i>tower crane</i>	7
Gambar 2.5 Blok diagram aksi kontroler 2 posisi.....	8
Gambar 2.6 Rangkaian dasar dari <i>variable speed drive</i>	17
Gambar 2.7 Cara kerja <i>relay</i>	18
Gambar 2.8 Belitan Motor AC.....	19
Gambar 2.9 Ilustrasi arah sumbu pada sensor akselerometer.....	22
Gambar 2.10 Tampak samping Miniatur <i>Plant crane</i>	23
Gambar 2.11 Tampak depan <i>Plant crane</i>	23
Gambar 2.12 Tampak atas <i>Plant crane</i>	24
Gambar 2.13 Pengkabelan <i>Rotary encoder</i> OMRON E6B2-CWZ6C.....	24
Gambar 2.14 Tampak samping dan tampak depan <i>rotary encoder</i> pada katrol.....	25
Gambar 2.15 Motor AC 1 fasa Krisbow KW05-68.....	26
Gambar 2.16 ATV 18.....	26
Gambar 2.17 Pengkabelan ATV 18.....	27
Gambar 2.18 ATV 32.....	27
Gambar 2.19 Pengkabelan ATV 32.....	28
Gambar 2.20 Motor AC 1 fasa RH8P20HF-7 dilengkapi kipas.....	28
Gambar 2.21 Pengkabelan Motor AC 1 fasa RH8P20HF-7 <i>reversible</i>	29
Gambar 2.22 Ilustrasi pengkabelan sensor kawat.....	29
Gambar 3.1 Tampilan pertama program.....	31
Gambar 3.2 Membuat <i>Project</i> Baru.....	32
Gambar 3.3 Memilih PLC yang digunakan.....	32
Gambar 3.4 Configure PLC.....	33
Gambar 3.5 Pemrogramman PLC.....	33
Gambar 3.6 <i>Citect Project Editor</i>	34

Gambar 3.7 <i>Express Communications Wizard</i>	34
Gambar 3.8 Membuat I/O <i>Server</i>	35
Gambar 3.9 Membuat I/O <i>device</i>	35
Gambar 3.10 Koneksi I/O <i>device</i>	36
Gambar 3.11 Komunikasi <i>Software</i> dengan PLC.....	36
Gambar 3.12 <i>Address I/O Device</i>	37
Gambar 3.13 <i>Connect I/O Device to PSTN</i>	37
Gambar 3.14 Pemilihan <i>Port</i> komunikasi.....	38
Gambar 3.15 Pemilihan <i>Link I/O device</i>	38
Gambar 3.16 <i>Review Express Communications Wizard</i>	39
Gambar 3.17 Mengubah Nilai <i>baud rate</i>	39
Gambar 3.18 Membuat <i>Cluster</i>	40
Gambar 3.19 Membuat <i>Trend Server</i>	40
Gambar 3.20 <i>Variabel Tags</i>	41
Gambar 3.21 <i>Trend tags</i>	41
Gambar 3.22 Panel Box bagian luar.....	42
Gambar 3.23 Panel box bagian dalam.....	42
Gambar 3.24 Tampilan SCADA.....	43
Gambar 3.25 Pengkabelan keseluruhan <i>plant</i>	44
Gambar 3.26 Blok sistem kontrol miniatur <i>plant crane</i>	45
Gambar 3.27 Diagram alir untuk cara <i>step-by-step</i>	47
Gambar 3.28 Diagram alir untuk cara <i>direct</i>	48
Gambar 3.29 Grafik pembacaan posisi beban pada sumbu horisontal.....	51
Gambar 3.30 Grafik pembacaan posisi beban untuk nilai $K_p = 14$	52
Gambar 3.31 Grafik pembacaan ayunan beban ke-1.....	53
Gambar 3.32 Grafik pembacaan posisi beban ke-1.....	53
Gambar 3.33 Grafik pembacaan ayunan beban ke-2.....	54
Gambar 3.34 Grafik pembacaan posisi beban ke-2.....	55
Gambar 3.35 Grafik pembacaan ayunan beban ke-3.....	56
Gambar 3.36 Grafik pembacaan posisi beban ke-3.....	56

Gambar 3.37 Grafik pembacaan ayunan beban ke-4.....	57
Gambar 3.38 Grafik pembacaan posisi beban ke-4.....	57
Gambar 3.39 Grafik pembacaan ayunan beban ke-5.....	58
Gambar 3.40 Grafik pembacaan posisi beban ke-5.....	59
Gambar 3.41 Grafik pembacaan ayunan beban ke-6.....	60
Gambar 3.42 Grafik pembacaan posisi beban ke-6.....	60
Gambar 3.43 Grafik pembacaan ayunan beban ke-7.....	61
Gambar 3.44 Grafik pembacaan posisi beban ke-7.....	61
Gambar 3.45 Grafik pembacaan ayunan beban ke-8.....	62
Gambar 3.46 Grafik pembacaan posisi beban ke-8.....	63
Gambar 3.47 Grafik pembacaan ayunan beban ke-9.....	64
Gambar 3.48 Grafik pembacaan posisi beban ke-9.....	64
Gambar 3.49 Grafik pembacaan ayunan beban ke-10.....	65
Gambar 3.50 Grafik pembacaan posisi beban ke-10.....	66
Gambar 3.51 Grafik pembacaan ayunan beban ke-11.....	67
Gambar 3.52 Grafik pembacaan posisi beban ke-11.....	67
Gambar 3.53 Grafik pembacaan ayunan beban ke-12.....	68
Gambar 3.54 Grafik pembacaan posisi beban ke-12.....	68
Gambar 3.55 Grafik pembacaan ayunan beban ke-13.....	70
Gambar 3.56 Grafik pembacaan posisi beban ke-13.....	71
Gambar 3.57 Grafik pembacaan ayunan beban ke-14.....	72
Gambar 3.58 Grafik pembacaan posisi beban ke-14.....	72
Gambar 3.59 Grafik pembacaan ayunan beban ke-15.....	73
Gambar 3.60 Grafik pembacaan posisi beban ke-15.....	73
Gambar 3.61 Grafik pembacaan ayunan beban ke-16.....	74
Gambar 3.62 Grafik pembacaan posisi beban ke-16.....	75
Gambar 3.63 Grafik pembacaan ayunan beban ke-17.....	76
Gambar 3.64 Grafik pembacaan posisi beban ke-17.....	76
Gambar 3.65 Grafik pembacaan ayunan beban ke-18.....	77
Gambar 3.66 Grafik pembacaan posisi beban ke-18.....	77

