

ABSTRAK

Teknologi kontrol digital pada sektor industri akhir-akhir ini berkembang sangat pesat seiring dengan kemajuan teknologi komputer dalam waktu yang relatif singkat. Kontrol yang serba otomatis mampu mengontrol suatu "plant" dengan performansi sistem yang baik. Hal ini dapat dilakukan karena kemampuannya dalam melakukan proses "learning" terhadap dinamika/ tingkah laku suatu "plant", sehingga didapatkan suatu hasil dan aksi pengontrolan yang sesuai dan baik. Untuk itu perlunya pengontrolan suhu zat cair dengan performansi yang baik dan sesuai dengan plant-nya.

Implementasi PID Controller dilakukan pada pengontrolan suhu zat cair (air) dalam suatu plant pada temperatur antara suhu kamar sampai dengan 80°C . Kontroler tersebut menggunakan PLC (Sysmac Programmable Controller C-200H), dan dengan perantara ASCII unit, PLC dapat melakukan proses perhitungan matematis kontrol PID, penalaan/ prediksi harga K_p , K_i , dan K_d , serta mampu berkomunikasi dengan komputer. Konstanta-konstanta PID yang diperoleh dimasukkan ke dalam perumusan/ persamaan PID, yang selanjutnya menghasilkan aksi pengontrolan yang sesuai untuk mengatur temperatur air dari suatu plant pada harga setting point yang diinginkan. Untuk interfacing digunakan Rangkaian Pengkondisi Sinyal (RPS) dan Analog to Digital Converter (ADC).



KATA PENGANTAR

Puji syukur yang sebesar-sebesarnya Penulis ucapkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat penyertaan dan kasih karuniaNya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana S-1 Teknik Elektro di Universitas Kristen Petra.

Pada kesempatan ini perkenankanlah Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak DR. Ir. Supeno Djanali, sebagai Pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dan saran-saran yang sangat membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Benyamin F. Intan, sebagai Pembimbing II (yang lama), mantan Sekretaris Jurusan, dan Kepala Laboratorium Dasar dan Sistem Pengaturan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Petra, yang telah memberikan bimbingan dan saran-saran yang sangat membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

3. Bapak Ir. Vincent Prasetya, sebagai Pengganti Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan saran-saran yang sangat membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Bunawi Gunawidjaja, sebagai Ketua Jurusan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Petra.
5. Ibu Ir. Emmy Hosea, sebagai Dosen Wali Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Petra.
6. Bapak Ir. L. Gunawan, sebagai Manager Divisi Automation PT. Pandulima Elektronika Surabaya.
7. Bapak Heri, sebagai Laboran di Laboratorium Dasar dan Sistem Pengaturan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Petra.
8. Segenap rekan-rekan Asisten di Laboratorium Dasar dan Sistem Pengaturan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Petra.
9. Segenap pembimbing, pengurus, dan anggota Komisi Pemuda secara khusus, serta Majelis, hamba Tuhan dan jemaat GKA Trinitas, yang telah membantu dalam memberikan dorongan dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Papa, mama, dan saudara-saudara saya yang tercinta, yang telah banyak memberikan dorongan, perhatian, semangat, dan masih banyak hal lainnya yang tidak dapat saya sebutkan disini dalam menyelesaikan

kan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari banyaknya kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu Penulis mengharapkan saran-saran dan kritikan-kritikan yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata Penulis berharap semoga karya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang budiman.

Surabaya, Juni 1994

Penulis

DAFTAR ISI

BAB	HALAMAN
HALAMAN KULIT	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
I PENDAHULUAN	1
1. LATAR BELAKANG MASALAH	1
2. TUJUAN	3
3. BATASAN MASALAH	3
4. URAIAN SINGKAT	3
II TEORI PENUNJANG	5
1. JENIS-JENIS AKSI PENGONTROLAN	5
1.1 <u>On-off Controller</u>	6
1.2 <u>Proportional Controller</u>	7
1.3 <u>Integral Controller</u>	10

1.4 <u>Proportional-Integral (PI) Controller</u>	11
1.5 <u>Proportional-Derivatif (PD) Controller</u> ...	13
1.5.1 Derivatif Controller	13
1.5.2 Gabungan Antara Proportional Dan Derivatif Controller	14
1.6 <u>Proportional-Derivatif-Integral (PID) Controller</u>	15
2. ANALISA DINAMIKA PLANT	16
3. PENENTUAN FUNGSI ALIH PLANT	19
3.1 <u>Metoda Analogi R-C</u>	20
3.2 <u>Metoda Kurva Reaksi Proses (PRC)</u>	21
4. METODE ZIEGLER-NICHOLS UNTUK PENALAAAN PARAME- TER CONTROLLER	23
5. PERUMUSAN IMPLEMENTASI IDEAL DARI PID CON- TROLLER	25
6. BUMPLESS TRANSFER : ALTERNATIF PERUMUSAN PID CONTROLLER	27
7. PC (SYSMAC PROGRAMMABLE CONTROLLER C-200H)...	30
7.1 <u>Pengertian Programmable Controller</u>	30
7.2 <u>Sistem Kontrol Dalam Industri</u>	32
7.3 <u>Central Processing Unit (CPU)</u>	34
7.3.1 Memori	35
7.3.2 I/O dan Internal Relay Area (IR) ...	35
7.3.3 Special Relay Area (SR)	36
7.3.4 Holding Relay Area (HR)	37
7.3.5 Temporary Relay Area (TR)	37
7.3.6 Auxiliary Relay Area (AR)	37

7.3.7 Link Relay Area (LR)	38
7.3.8 Timer/ Counter Area (TC)	38
7.3.9 Data Memory Area (DM)	40
7.4 <u>Pemrograman PC (Programmable Controller)</u> .	40
7.4.1 Alat Pemrogram (Programming Console)	40
7.4.2 Cara Pembuatan Program (Ladder Diagram)	42
7.5 <u>I/O Modul</u>	47
7.5.1 Normal Input dan Output Modul.....	48
7.5.2 Intelligent I/O Modul	51
8. SENSOR Pt 100	59
9. RANGKAIAN PENGKONDISI SINYAL	60
9.1 <u>Inverting Amplifier</u>	61
9.2 <u>Summer Inverting Amplifier</u>	62
10. SUCCESSIVE APPROXIMATION ADC	63
III PERENCANAAN	66
1. PENDAHULUAN	66
2. PERENCANAAN PLANT	67
3. PERENCANAAN RANGKAIAN PENGUBAH ANALOG KE DIGITAL (ADC 0809)	70
3.1 <u>Perencanaan Rangkaian Pembangkit Pulsa Clock</u>	73
3.2 <u>Perencanaan Rangkaian Referensi Tegangan</u> .	76
3.3 <u>Perencanaan Rangkaian Penaik Tegangan Output</u>	77
3.4 <u>Hubungan ADC dengan PC (Programmable Con-</u>	

	<u>troller)</u>	80
	4. PERENCANAAN RANGKAIAN PENGKONDISI SINYAL (RPS)	81
	5. PERENCANAAN RANGKAIAN PENGENDALI HEATER DAN COOLER	84
	6. PERENCANAAN PERANGKAT LUNAK (SOFTWARE)	91
IV	PENGUJIAN ALAT	115
	1. PENGUKURAN TAHANAN TRANSDUCER Pt 100 TERHADAP TEMPERATUR	115
	2. PENGUKURAN OUTPUT ADC 0809 TERHADAP TEMPERATUR	118
	3. PENGUJIAN ALAT CONTROLLER	121
V	KESIMPULAN	129
	1. KESIMPULAN	129
	2. SARAN	130
	KEPUSTAKAAN	131
	LAMPIRAN A : DATA SHEET LF353	132
	LAMPIRAN B : DATA SHEET ADC 0809	136
	LAMPIRAN C : DATA SHEET LM 555	147
	LAMPIRAN D : USULAN TUGAS AKHIR	154



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR		HALAMAN
2-1	DIAGRAM BLOK ON-OFF CONTROLLER TANPA CELAH DIFFERENSIAL	6
2-2	DIAGRAM BLOK ON-OFF CONTROLLER DENGAN CELAH DIFFERENSIAL	7
2-3	DIAGRAM BLOK PROPORTIONAL CONTROLLER	8
2-4	TRANSFER KURVA PROPORTIONAL CONTROLLER UNTUK PROPORTIONAL BAND SEBESAR 50%	9
2-5	TRANSFER KURVA PROPORTIONAL CONTROLLER UNTUK PROPORTIONAL BAND SEBESAR 10%	9
2-6	DIAGRAM BLOK INTEGRAL CONTROLLER	10
2-7	HUBUNGAN ERROR DENGAN OUTPUT PADA INTEGRAL CONTROLLER	11
2-8	DIAGRAM BLOK PI CONTROLLER	12
2-9	HUBUNGAN ANTARA OUTPUT DERIVATIF CONTROLLER DE- NGAN ERROR	13
2-10	DIAGRAM BLOK PD CONTROLLER	15
2-11	DIAGRAM BLOK PID CONTROLLER	16
2-12	ANALOGI R-C	20
2-13	PROCESS REACTION CURVE	22

2-14	KURVA PROSES REAKSI DARI SISTEM SECARA UMUM	24
2-15	INTERFACE DAN UNIT PROCESSOR	32
2-16	LAMBANG LADDER DIAGRAM	43
2-17	CARA MENGHUBUNGKAN OUTPUT KE BUS	44
2-18	CONTOH LADDER DIAGRAM	45
2-19	DIAGRAM WAKTU DARI CONTOH LADDER DIAGRAM	46
2-20	RANGKAIAN INPUT AC SEDERHANA DENGAN OPTICAL ISO- LATION	49
2-21	RANGKAIAN INPUT DC SEDERHANA DENGAN OPTICAL ISO- LATION	50
2-22	WIRING DIAGRAM MODUL INPUT 8 BUAH RANGKAIAN	52
2-23	CONTOH PROGRAM MENGIRIM DATA KE PC DARI ASCII U- NIT	56
2-24	INVERTING AMPLIFIER	61
2-25	SUMMER INVERTING AMPLIFIER	63
2-26	BLOK DIAGRAM SUCCESSIVE APPROXIMATION	64
3-1	BLOK DIAGRAM SISTEM KONTROL TEMPERATUR	66
3-2	BLOK DIAGRAM ADC 0809	70
3-3	RANGKAIAN TANGGA DAN SWITCH TREE	72
3-4	RANGKAIAN PEMBANGKIT PUULSA CLOCK	73
3-5	RANGKAIAN TEGANGAN REFERENSI 5V	77
3-6	RANGKAIAN NON-INVERTING AMPLIFIER	78
3-7	RANGKAIAN PENAIK TEGANGAN	80
3-8	RANGKAIAN PENGKONDISI SINYAL	82
3-9	RANGKAIAN PENGENDALI HEATER	85
3-10	RANGKAIAN PENGENDALI COOLER	86
3-11	SISTEM PLANT & KONTROL TEMPERATUR	86

3-12	RANGKAIAN LENGKAP ADC 0809 YANG TERHUBUNG KE PC.	87
3-13	RANGKAIAN PENGKONDISI SINYAL	88
3-14	RANGKAIAN PENGENDALI HEATER	89
3-15	RANGKAIAN PENGENDALI COOLER	90
3-16	FLOWCHART MAIN PROGRAM PC	93
3-17	FLOWCHART MAIN PROGRAM ASCII UNIT	94
3-18	FLOWCHART PEMBACAAN ADC	95
3-19	FLOWCHART AUTO-TUNING PADA PC	96
3-20	FLOWCHART AUTO-TUNING PADA ASCII UNIT	100
3-21	FLOWCHART KONTROL PID PADA PC	102
3-22	FLOWCHART KONTROL PID PADA ASCII IUNIT	104
4-1	GRAFIK HASIL PENGONTROLAN SUHU PADA SP-65°C	128
4-2	GRAFIK HASIL PENGONTROLAN SUHU PADA SP-75°C	128

DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
2-1 TABEL HUBUNGAN ISTILAH RELAY DENGAN PC	43
2-2 ALAMAT MEMORY DATA SECTION ASCII UNIT DI DALAM PC	55
2-3 TANDA DAERAH MEMORY UNTUK PERNYATAAN PC READ DAN PC WRITE	57
2-4 FORMAT DATA UNTUK PERNYATAAN PC READ / PC WRITE .	58
2-5 TABEL PERUBAHAN RESISTANSI Pt 100 TERHADAP PERU- BAHAN SUHU	59
3-1 TABEL PENGKONDISI SINYAL RPS	82
4-1 RESISTANSI Pt 100 SEBAGAI FUNGSI TEMPERATUR	115
4-2 OUTPUT ADC SEBAGAI FUNGSI TEMPERATUR	118
4-3 PENGUKURAN TEMPERATUR PADA SISTEM PLANT UNTUK SETTING-POINT 65°C	124
4-4 PENGUKURAN TEMPERATUR PADA SISTEM PLANT UNTUK SETTING-POINT 75°C	126