

## **TUGAS AKHIR**

**Perancangan dan Implementasi Kontrol Konduktivitas Air  
Kondensasi Desalination Plant Berbasis *Programmable Logic  
Controller* (PLC) Modicon Quantum**

**PT. Pembangunan Jawa Bali UP Muara Karang**

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat  
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2016**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Achmad Khumaidi

NIM : 41411120075

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Perancangan dan Implementasi Kontrol  
Konduktivitas Air Kondensasi Desalination Plant Berbasis *Programmable  
Logic Controller* (PLC) Modicon Quantum PT. Pembangunan Jawa Bali  
UP Muara Karang.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,



[ Achmad Khumaidi ]

## LEMBAR PENGESAHAN

Perancangan dan Implementasi Kontrol Konduktivitas Air Kondensasi  
Desalination Plant Berbasis Programmable Logic Controller  
Modiqon Quantum PT. Pembangkitan Jawa Bali UP Muara Karang

Disusun Oleh :


Nama : Achmad Khumaidi

NIM : 41411120075

Program Studi : Teknik Elektro

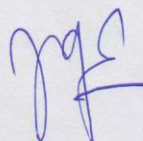
Disetujui Oleh :

Pembimbing,

UNIVERSITAS  
MERCUBUANA  
  
[Setyo Budiyo, ST, M.T.]

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



[Ir. Yudhi Gunardi, M.T.]

## ABSTRAK

### **Perancangan dan Implementasi Kontrol Konduktivitas Air Kondensasi Desalination Plant Berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) Modicon Quantum PT. Pembangkitan Jawa Bali UP Muara Karang**

Hingga saat ini Indonesia masih mengalami krisis energi listrik. Salah satu usaha yang telah dilakukan pemerintah adalah dengan membangun fasilitas pembangkit yang baru dan mengoptimalkan pembangkit yang ada. Adapun dalam suatu siklus pembangkit termal khususnya PLTGU, membutuhkan air baku (air tawar) yang berkualitas baik sebagai air pengisi HRSG (*Heat Recovery Steam Generator*) yang nantinya diproses untuk menjadi uap sebagai media *prime mover* turbin uap. Oleh karena peran *Desalination plant* yang begitu besar bagi pembangkit termal, maka optimalisasi operasi plant tersebut harus ditingkatkan sehingga dicapai kinerja operasi yang *excellent*. Namun *Desalination plant* PLTGU Muara Karang masih belum bekerja dengan optimal. Karena air kondensasi yang dihasilkan dari proses pemanasan air laut menggunakan *steam* (uap) pada *brine heater Desalination plant* yang memiliki kualitas yang bagus dan semestinya dapat dimanfaatkan kembali malah dialirkan ke sisi outlet plant menuju saluran outlet air laut. Hal ini dapat mengurangi nilai efisiensi pengoperasian *Desalination plant* dan merupakan *production loss* dari plant tersebut.

Dengan adanya permasalahan tersebut, maka penulis melakukan perancangan kontrol konduktivitas air kondensasi *Desalination plant* yang berbasis *programmable logic controller* (PLC) Modicon Quantum. Sehingga air kondensasi *Desalination plant* tersebut dapat ditampung dalam *Raw Water Tank* (RWT) sebagai penampung air pengisi HRSG yang selanjutnya diproses untuk menjadi uap sebagai media *prime mover* turbin uap.

Hasil perancangan sistem menunjukkan bahwa kontrol konduktivitas air kondensasi *Desalination plant* berbasis PLC Modicon Quantum dapat berfungsi dengan baik dalam melakukan pengontrolan dan dapat memudahkan operator dalam monitoring operasi sistem kontrol melalui *Human machine interface* (HMI) yang telah dibuat. Sistem kontrol ini juga mampu mengalirkan air kondensasi sebanyak  $\pm 6$  ton/jam ke *Raw Water Tank* (RWT) dengan konduktivitas  $\leq 50$   $\mu\text{Mho}/\text{cm}^2$ .

Kata kunci: *Programmable logic control* (PLC), *Desalination Plant*, *Heat recovery steam generator* (HRSG), *Human machine interface* (HMI), *Pembangkit listrik tenaga gas uap* (PLTGU), *Raw Water Tank* (RWT).

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirabbil'alamin*, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan segala kenikmatan dan rahmatnya kepada kita semua. Dialah yang maha mempunyai segalanya,atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang menjadi salah satu syarat untuk memenuhi kelulusan program sarjana strata satu (S1) Program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak dan Ibu serta seluruh keluarga yang selalu memberi perhatian, dukungan dan doanya.
2. Bapak Ir, Yudhi Gunardi M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Setiyo Budiyanto,ST. M.T, sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan saran, bimbingan, motivasi dan waktu. Terimakasih telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Keluarga besar mahasiswa Teknik Elektro Universitas Mercu Buana angkatan XX, rekan-rekan seperjuangan dan pihak pihak yang telah membantu penulis yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari, masih banyak sekali kekurangan baik isi, maupun teknik dalam penulisan laporan ini, mengingat keterbatasan waktu dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa datang.

Jakarta, Januari 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

<i>Halaman Judul</i> .....	i
Lembar Pernyataan.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Abstrak .....	iv
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>7</b>
2.1 Sistem Kontrol.....	7
2.1.1 Prinsip Sistem Kontrol.....	8
2.1.2 Klasifikasi Sistem Kontrol.....	10

2.1.3 Karakteristik Sistem Kontrol Otomatik.....	12
2.1.4 Aplikasi Sistem Kontrol.....	13
2.2 Programmable Logic Controller (PLC) Sebagai Sistem Kontrol di Industri.....	14
2.2.1 Struktur PLC.....	15
2.2.2 Konsep Pemrograman PLC.....	16
2.2.3 Cara Penyambungan dan Logika Ladder PLC.....	18
2.2.4 Instruksi Dasar PLC.....	21
2.2.5 Diagram Tangga (Ladder Diagram).....	24
2.2.6 Data PLC.....	25
2.2.7 Software ProWORX32.....	26
2.3 Progamable logic controller (PLC) Modiqon Quantum.....	31
2.3.1 CPS114-20 (Controller Power Supply).....	31
2.3.2 CPU534 (Controller PLC).....	32
2.3.3 Modul Input B827-032.....	34
2.3.4 Modul Output B838-032.....	35
2.4 <i>Sensor conductivity</i> (sensor daya hantar fluida cair).....	36
2.5 Pneumatik.....	37
2.5.1 Kelebihan dan kelemahan pneumatik.....	37
2.5.2 Silinder pneumatik.....	39
2.6 Solenoid Valve.....	39



2.7 Coil relay .....	40
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM.</b> .....	<b>42</b>
3.1 Flow Chart Perancangan Sistem. ....	42
3.2 Persiapan Perancangan.....	43
3.3 Model Sistem .....	46
3.4 Perangkat Keras (Hardware).....	47
3.4.1PLC Modiqon quantum.....	48
3.4.2Human Machine Interface (HMI) .....	49
3.4.3Sensor Conductivity.....	51
3.4.4Pneumatic control valve.....	52
3.4.5Rangkaian Hardware.....	53
3.4.5.1Penambahan katup pengatur .....	53
3.4.5.2Pemasangan Solenoid valve .....	56
3.4.5.3Pemasangan relay untuk pengontrol solenoid .....	56
3.4.5.4Membuat rangkaian masukan PLC .....	57
3.4.5.5 Membuat rangkaian Keluaran PLC .....	59
3.5Perangkat Lunak (Software). ....	61
3.5.1Pemrograman PLC Menggunakan ProWORX32 .....	61
3.5.1.1Konfigurasi Hardware.....	62
3.5.1.2Pendataan Input/Output PLC. ....	65
3.5.1.3Pemrograman Logic PLC. ....	66

3.5.1.3.1Pembuatan Ladder menggunakan ProWORX32	70
3.5.1.4Loading Logic PLC	75
3.5.2Pemrogramman Human Machine Interface (HMI)	78
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA</b>	<b>80</b>
4.1 Umum.	80
4.2 Prinsip Kerja Sistem.	81
4.2.1 Sebelum dilakukan perancangan	81
4.2.2 Sesudah dilakukan perancangan	84
4.2.3 Perbedaan Sebelum dan Sesudah dilakukan perancangan	87
4.3 Pengujian Sistem	89
4.3.1 Pengujian I/O PLC	89
4.3.2 Pengujian Fungsi Sistem	94
4.4 Hasil Perancangan	98
4.5 Analisa Hasil Perancangan.	100
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>102</b>
5.1 Kesimpulan.	102
5.2 Saran.	103
Daftar Pustaka.	104
Lampiran	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem. ....	7
Gambar 2.2 Contoh sistem kontrol. ....	7
Gambar 2.3 Contoh sistem kontrol otomatis. ....	8
Gambar 2.4 Sebuah <i>Master Control Room</i> untuk mengontrol Sistem Proses Jarak Jauh. ....	9
Gambar 2.5 Sistem Kontrol Lingkar Terbuka dan Tertutup. ....	11
Gambar 2.6 <i>PID Controller</i> . ....	11
Gambar 2.7 Proses Scanning Program Dalam PLC. ....	17
Gambar 2.8 Cara penyambungan perangkat Input, Output, PLC dan Catu daya. .	18
Gambar 2.9 <i>Ladder diagram</i> dari gambar rangkaian di atas. ....	18
Gambar 2.10 <i>Ladder diagram</i> dari gambar rangkaian di atas dengan pengunci. .	19
Gambar 2.11 <i>Ladder diagram</i> kebalikan dari kerja rangkaian di atas. ....	19
Gambar 2.12 Cara penyambungan Input dan Output lebih dari satu channel .	20
Gambar 2.13 Penambahan relay untuk memperbesar kemampuan arus .	21
Gambar 2.14 Simbol <i>Logika LOAD dan LOAD NOT</i> .	21
Gambar 2.15 Simbol <i>Logika AND dan AND NOT</i> .	22
Gambar 2.16 Simbol <i>Logika OR dan OR NOT</i> .	22
Gambar 2.17 Simbol <i>Logika OUT dan OUT NOT</i> .	23

Gambar 2.18 Simbol <i>Logika AND LOAD</i> .....	23
Gambar 2.19 Simbol <i>Logika OR LOAD</i> .....	24
Gambar 2.20 Contoh <i>Diagram Ladder PLC</i> .....	24
Gambar 2.21 Simbol <i>normaly open</i> .....	24
Gambar 2.22 Simbol <i>normaly close</i> .....	25
Gambar 2.23 Simbol <i>keluaran</i> .....	25
Gambar 2.24 Tampilam menu utama <i>program proWORX 32</i> .....	26
Gambar 2.25 Contoh pembuatan <i>diagram ladder</i> .....	28
Gambar 2.26 Pembuatan <i>diagram ladder</i> .....	28
Gambar 2.27 Diagram tangga untuk satu <i>network</i> .....	29
Gambar 2.28 Memasukkan <i>address logic</i> .....	29
Gambar 2.29 <i>Start / Stop controller</i> .....	30
Gambar 2.30 <i>Modul power supply</i> .....	31
Gambar 2.31 <i>Modul Controller(tengah)</i> .....	32
Gambar 2.32 Bagian-bagian <i>modul controller modicon quantum CPU 534</i> .....	33
Gambar 2.33 Indikator LED <i>controller CPU 534 quantum</i> .....	34
Gambar 2.34 <i>Modul Input modicon type B827-032</i> .....	34
Gambar 2.35 <i>Modul output modicon type B838-032</i> .....	35
Gambar 2.36 Bentuk pemasangan <i>sensor conductivity</i> .....	37
Gambar 2.37 Penggerak satu arah ( <i>Single acting actuator</i> ) .....	39
Gambar 2.38 Prinsip kerja <i>solenoid valve</i> .....	40

Gambar 2.32 Penampang sebuah <i>relay</i> .....	40
Gambar 3.1 Flow chart perancangan sistem .....	42
Gambar 3.2 Teori destilasi air laut .....	43
Gambar 3.3 Penampang <i>brine heater</i> (pemanas air laut) .....	44
Gambar 3.4 Diagram proses alur desalination plant .....	45
Gambar 3.5 Pengambilan sampel air dan analisa .....	45
Gambar 3.6 Parameter standart air kondensasi masuk Raw Tank .....	46
Gambar 3.7 Sistem yang dibangun .....	47
Gambar 3.8 PLC Modiqon Quantum .....	49
Gambar 3.9 Tampilan depan HMI Touchscreen Magelis XBTGT5230 .....	50
Gambar 3.10 Tampilan belakang HMI Touchscreen Magelis XBTGT5230.....	50
Gambar 3.11 Bentuk pemasangan sensor conductivity .....	51
Gambar 3.12 Pneumatic control valve.....	52
Gambar 3.13 Pemasangan katub secara paralel .....	53
Gambar 3.14 Flange pipa.....	54
Gambar 3.15 Pemasangan katup.....	54
Gambar 3.16 Pemasangan pneumatic actuator .....	55
Gambar 3.17 Tangki penampung.....	55
Gambar 3.18 Pemasangan solenoid valve.....	56
Gambar 3.19 Rangkaian hubungan keluaran PLC dengan solenoid valve .....	57
Gambar 3.20 Sistem sinyal inputan .....	58

Gambar 3.21 Wiring inputan Analog (ADC).....	58
Gambar 3.22 Analog Input modul (A/D Converter).....	58
Gambar 3.23 Digital Output spare .....	59
Gambar 3.24 Penyambungan keluaran PLC sampai dengan katub ABV-5064A..	60
Gambar 3.25 Penyambungan keluaran PLC sampai dengan katup ABV-5064B..	60
Gambar 3.26 <i>Hardware Configuration</i> PLC modicon quantum menggunakan <i>software ProWORX32</i> .....	62
Gambar 3.27 Ladder diagram .....	67
Gambar 3.28 Network 1 pada program ProWORX32 .....	70
Gambar 3.29 Network 2 pada program ProWORX32.....	71
Gambar 3.30 Network 3 dan 4 pada program ProWORX32.....	71
Gambar 3.31 Network 5 pada program ProWORX32 .....	72
Gambar 3.32 Network 6 pada program ProWORX32 .....	73
Gambar 3.33 Network 7 pada program ProWORX32.....	75
Gambar 3.34 <i>Start</i> proses <i>loading</i> .....	76
Gambar 3.35 <i>Load</i> proses .....	77
Gambar 3.36 <i>Windows start PLC</i> setelah proses <i>loading</i> .....	77
Gambar 3.37 Tampilan inputan dari HMI.....	78
Gambar 3.38 Tampilan set point conductivity pada HMI.....	78
Gambar 3.39 Tampilan <i>piping diagram</i> dan <i>nilai conductivity</i> air kondensasi pada <i>Desalination plant</i> .....	79

Gambar 4.1 Diagram proses alur desalination air laut sebelum perancangan .....	82
Gambar 4.2 Diagram alir proses air kondensasi sebelum perancangan.....	83
Gambar 4.3 Diagram proses alur desalination air laut sebelum perancangan .....	84
Gambar 4.4 Diagram proses alur desalination air laut sesudah perancangan .....	85
Gambar 4.5 Diagram alir proses air kondensasi sesudah perancangan .....	86
Gambar 4.6 Network 3 dan 4 pada program ProWORX32 .....	90
Gambar 4.7 Network 1 pada program ProWORX32 .....	91
Gambar 4.8 Pembukaan ABV-5064A .....	92
Gambar 4.9 Network 2 pada program ProWORX 32 .....	92
Gambar 4.10 Pembukaan ABV-5064B.....	93
Gambar 4.11 Network 6 pada program ProWORX32 .....	94
Gambar 4.12 Network 6 pada program ProWORX32 .....	95
Gambar 4.13 Network 7 pada program ProWORX32 .....	97
Gambar 4.14 Trending Flow dan Conditivity saat desalination beroperasi.....	101

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Indikator LED dan deskripsi indicator pada controller CPU 534 Quantum</i> .....	34
Tabel 3.1 Parameter <i>setting</i> konfigurasi <i>hardware</i> .....	64
Tabel 3.2 Pengalamatan Input .....	65
Tabel 3.3 Pengalamatan Output.....	66
Tabel 3.4 Fungsi timer T1.0 pada program ProWORX32.....	72
Tabel 3.5 Tabel fungsi SUB pada program ProWORX32.....	74
Tabel 4.1 Sebelum dan sesudah dilakukan perancangan.....	88
Tabel 4.2 Tabel fungsi SUB pada program ProWORX32.....	96
Tabel 4.3 Hasil pengujian sistem .....	98
Tabel 4.4 Hasil perancangan sistem dalam sehari .....	99
Tabel 4.5 Hasil perancangan sistem tiap minggu .....	100