

**DISAIN SISTEM KONTROL BERBASIS
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC)
UNTUK MESIN ABSORPTION CHILLER
DENGAN FLUIDA KERJA
AIR – LITHIUM BROMIDA**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Fisika**

**MOH. MUKHLAS AF.
0 8 0 6 4 2 1 2 8 1**



UNIVERSITAS INDONESIA

**FAKULTAS MATEMATIKA
DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM MAGISTER FISIKA
DEPOK
DESEMBER 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Moh. Mukhlas AF

NPM : 0806421281

Tanda Tangan :

Tanggal : 15 Desember 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Moh. Mukhlas AF.

NPM : 0 8 0 6 4 2 1 2 8 1

Program Studi : Magister Fisika

Judul Tesis : Disain Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Control (PLC) Untuk Mesin Absorption Chiller dengan Fluida Kerja Air – Lithium Bromida

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Fisika pada Program Studi Magister Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Tony Mulia ()

Penguji : Dr. Prawito ()

Penguji : Dr. Sastra Kusuma Wijaya ()

Penguji : Dr. Achmad Tossin Alamsyah ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Desember 2010

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Mukhlas AF.
NPM : 0806421281
Program Studi : Magister Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Disain Sistem Kontrol Berbasis Programmable Logic Control (PLC) Untuk Mesin Absorption Chiller dengan Fluida Kerja Air – Lithium Bromida beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 15 Desember 2010

Yang menyatakan

(Moh. Mukhlas AF.)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Fisika program Magister Fisika kekhususan Instrumentasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Tony Mulia, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
2. Teman – teman kerja, khusus nya Ir. Sarwono Ms.Ae yang memberi bimbingan, semangat, saran serta materi agar pembuatan tesis ini berjalan lancar
3. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi khususnya Balai Thernodinamika, Motor dan Propulsi yang telah banyak membantu dalam usaha mendukung dan menguji mesin Absorption Chiller saya kaji dan memperoleh data yang saya perlukan;
4. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
5. Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap Allah Subhanahu Wata'ala berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 15 Desember 2010

Moh. Mukhlas AF.

ABSTRAK

Nama : Moh. Mukhlas AF
Program Studi : Magister Fisika
Judul : Disain Sistem Kontrol Berbasis Programmable logic control (PLC) Untuk Mesin Absorption Chiller dengan Fluida Kerja Air – Lithium Bromida.

Sistem kontrol proses terdiri atas sekumpulan piranti – piranti dan peralatan – peralatan elektronik yang mampu menangani kestabilan, akurasi, dan mengeliminasi transisi status yang berbahaya dalam proses produksi.

Sebuah PLC (kepanjangan *Programmable Logic control*) adalah peralatan yang dapat digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relay yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (sensor), kemudian melakukan proses (mengolah data) dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan (On / logika 1) atau mematikan (Off / logika 0) keluarannya

Dengan parameter – parameter pengukuran yang didapat pada Mesin Pendingin Absorpsi dengan fluida kerja Air – Lithium Bromida, sebagai data masukan PLC dan mengolah masukan tersebut untuk memberikan langkah / instruksi pada mesin pendingin absorpsi sebagai fungsi kestabilan , akurasi dan keamanan mesin / mengeliminasi transisi status berbahaya dalam proses pendinginan.

Key words : PLC, Proses Kontrol, Otomatisasi, Diagram Ladder

ABSTRACT

Name : Moh. Mukhlas AF
Study Program : Magister Fisika
Title : Control System Design Based on Programmable logic control (PLC) for Machine Absorption Chiller with the Working Fluid Water - Lithium Bromide

Process control system consists of a set of tools and electronic equipment capable of handling stability, accuracy, and eliminates the dangerous transition status in the production process.

A PLC (Programmable Logic Control extension) is equipment that can be used to replace a series of relay circuit that found in conventional process control systems. PLC works by observing the input (sensor), then the process (process data) and take action as needed, in the form switch (On / logic 1) or off (Off / logic 0) output.

With the parameter - parameter measurements obtained on Absorption Chiller Machine with the working fluid Water - Lithium Bromide, as a PLC input data and process these inputs to provide the steps / instructions to the absorption cooling machine as a function of stability, accuracy and security of the machine / eliminate dangerous in transition status cooling process.

Key words : PLC, Process Control, Automation, Ladder Diagram

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Metode Penelitian dan Rencana Tahapan Penelitian / Kegiatan	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengenalan Mesin Absorption	6
2.1.1 Bahan yang Digunakan	6
2.1.2 Bagian – bagian Mesin Absorbpsi	10
2.2 Komponen – komponen PLC	10
2.2.1 Unit Pengolah Pusat (CPU – Central Processing Unit)	11
2.2.2 Memori	11
2.2.3 Pemrograman PLC	12
2.2.4 Catu Daya PLC	13
2.2.5 Masukan – Masukan PLC	13
2.2.6 Pengaturan atau Antar Muka Masukan	14
2.2.7 Keluaran – keluaran PLC	15
2.2.8 Pengaturan atau Antar Muka Keluaran	15
2.2.9 Jalur Extensi atau Tambahan	16
2.3 Menghubungkan Piranti Masukan dan Keluaran.	16
2.3.1 Konsep Dasar	16
2.3.2 Jalur – Jalur Masukan	17
2.3.3 Jalur – Jalur Keluaran	18
2.4 Operasional PLC.	19
2.5 Diagram Ladder	21
2.6 Hukum – hukum Aljabar Boolean	27

BAB 3 PERENCANAAN MESIN PENDINGIN ABSORPSI	28
3.1. Pemilihan Sistem Pendingin Absorpsi	28
3.1.1. Karakteristik Sistem Amoniak – Air	28
3.1.2. Karakteristik Sistem Lithium Bromida – Air	28
3.2. Prinsip Kerja Mesin Absorpsi.	29
3.3. Perancangan Diagram Ladder.	32
3.4. Peralatan PLC yang digunakan	37
 BAB 4 PENGUKURAN TEMPERATUR DAN ANALISA DATA	 43
4. Hasil Pengukuran	43
4.1. Pengukuran Temperatur Hot Water.	45
4.2. Pengukuran Temperatur Solusi Pekat	46
4.3. Pengukuran Temperatur Chiller Water	47
4.4. Grafik Temperatur Kerja	48
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	 49
5.1. Kesimpulan Umum	49
5.2. Saran	51
 DAFTAR PUSTAKA	 xiv
LAMPIRAN	xv



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	: Skema system Absorption Chiller	2
Gambar 2.1	: Air dalam tiga wujud	8
Gambar 2.2	: Grafik Titik Tripel Air	9
Gambar 2.3	: Elemen-elemen dasar PLC	11
Gambar 2.4	: Rangkaian antarmuka masukan PLC	14
Gambar 2.5	: Rangkaian antarmuka keluaran PLC	15
Gambar 2.6	: Ilustrasi terminal COMM	17
Gambar 2.7	: Menghubungkan sensor keluaran <i>sinking</i> dengan masukan <i>sourcing</i>	17
Gambar 2.8	: menghubungkan sensor keluaran <i>sourcing</i> dengan masukan <i>sinking</i>	18
Gambar 2.9	: Menghubungkan beban keluaran dengan keluaran PLC tipe <i>sinking</i>	19
Gambar 2.10	: Menghubungkan beban keluaran dengan keluaran PLC tipe <i>sourcing</i>	19
Gambar 2.11	: Proses <i>scanning</i> program PLC	20
Gambar 2.12	: Diagram Ladder Logika AND.	22
Gambar 2.13	: Diagram Ladder Logika OR	22
Gambar 2.14	: Diagram Ladder Logika NOT.	23
Gambar 2.15	: Diagram Ladder Logika NAND.	23
Gambar 2.16	: Diagram Ladder Logika NOR	24
Gambar 2.17	: Diagram Ladder Logika XOR	24
Gambar 2.18	: Instruksi MOV	25
Gambar 2.19	: Proses MOV.	25
Gambar 2.20	: Instruksi CMP.	25
Gambar 2.21	: Instruksi KEEP.	26
Gambar 2.22	: Grafik Fungsi KEEP.	26
Gambar 2.23	: Instruksi CNT	27
Gambar 2.24	: Instruksi END	27

Gambar 3.1	: Blok diagram Sistem Kontrol	32
Gambar 3.25	: Diagram Ladder On / Off.	34
Gambar 3.3	: Diagram Ladder Alarm	35
Gambar 3.4	: Diagram Ladder Pompa solusi	35
Gambar 3.5	: Diagram Ladder Pompa Refrigerant	36
Gambar 3.6	: Alamat Data.	37
Gambar 3.7	: Pemetaan Alamat Word	37
Gambar 3.8	: PLC Omron CS1G_CPU42H	37
Gambar 3.9	: Modul CS1W-PTS11	39
Gambar 3.10	: Modul CS1W-ID211	39
Gambar 3.11	: Rangkaian Internal Digital Input	40
Gambar 3.12	: Konfigurasi Terminal Blok Digital Input	40
Gambar 3.13	: Modul CS1W-OC211	41
Gambar 3.14	: Rangkaian Internal Digital Output	41
Gambar 3.15	: Konfigurasi Terminal Blok Digital Output	42
Gambar 4.1	: Mesin Absorption Chiller	43
Gambar 4.2.	: Blok Diagram Mesin Absorption Chiller	44
Gambar 4.3.	: Grafik Temperatur Hot Water	45
Gambar 4.4.	: Grafik Temperatur Solusi Pekat	46
Gambar 4.5.	: Grafik Temperatur Chiller Water	47
Gambar 4.6.	: Grafik Temperatur kerja Mesin Absorber	48

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Diagram Alur Mesin Absorption Chiller
- Lampiran 2 Diagram Ladder Absorption Chiller BTMP
- Lampiran 3 Data Hasil Pengukuran pada Pengujian Model Absorpsi



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Sifat – sifat Lithium Bromida	6
Tabel 2.2	: Sifat – sifat Air	7
Tabel 2.3	: Temperatur – Tekanan Uap Air	9
Tabel 2.4	: Tabel Kebenaran AND	22
Tabel 2.5	: Tabel Kebenaran OR	22
Tabel 2.6	: Tabel Kebenaran NOT	22
Tabel 2.7	: Tabel Kebenaran NAND	23
Tabel 2.8	: Tabel Kebenaran NOR	24
Tabel 2.9	: Tabel Kebenaran X-OR	24
Tabel 2.10	: Status untuk fungsi CMP (20)	26
Tabel 2.11	: Alamat fungsi CMP (20) PLC Omron type CS1	26
Tabel 3.1	: Tabel Kebenaran Start	33
Tabel 3.2	: Tabel Kebenaran Stop	34
Tabel 3.3	: Tabel Kebenaran Alarm	34
Tabel 3.4	: Tabel Kebenaran Pompa Refrigerant	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini pemanfaatan mesin pendingin sangat banyak sekali baik dari yang berskala kecil hingga yang berskala besar, mulai dari peralatan rumah tangga sampai peralatan industri. Konsumsi terhadap mesin pendingin, dari tahun ke tahun makin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk.

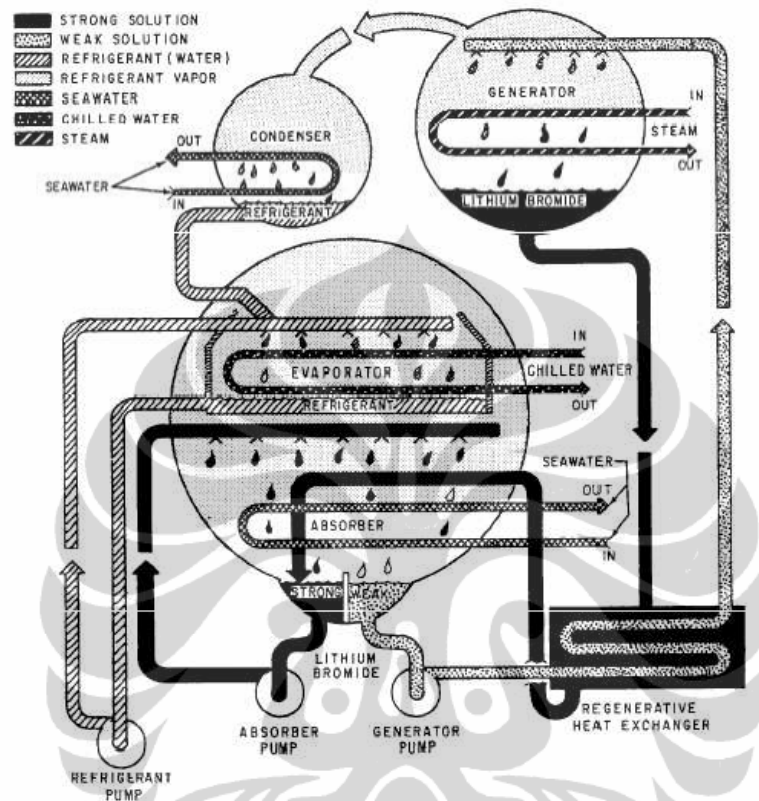
Meningkatnya pemakaian mesin pendingin di masyarakat merupakan salah satu penyumbang meningkatnya kebutuhan listrik di Indonesia, maka makin besar pula kebutuhan listrik yang harus dipenuhi oleh Pemerintah dalam hal ini PLN (Perusahaan Listrik Negara) selain itu efek yang ditimbulkan oleh bahan – bahan yang dipergunakan pada mesin pendingin seperti refrigerant yang dipakai belum tentu bersahabat / ramah lingkungan misalnya Freon mulai dari jenis R 11, R 22 hingga R 134a yang merupakan unsur senyawa kimia, jika terjadi kebocoran akan berdampak negatif terhadap kondisi atmosfer (merusak Ozon) padahal pemakaian peralatan pendingin yang menggunakan refrigerant freon, makin tahun makin bertambah banyak.

Selain itu banyak industri – industri besar dalam menjalankan mesin – mesin industrinya membuang energi panasnya dengan sia – sia ke udara bebas tanpa ada usaha untuk memanfaatkan udara panas tersebut untuk keperluan lain yang lebih berguna dan dapat dimanfaatkan dengan cara merubah energi panas tersebut menjadi energi yang dapat bermanfaat untuk kehidupan bermasyarakat maupun untuk penghematan energi di kawasan industri tersebut.

Seiring dengan permasalahan diatas lembaga penelitian dan pengembangan teknologi sangat berperan sekali dalam membantu menyelesaikan permasalahan yang berkembang di masyarakat untuk menemukan teknologi alternative lain yang hemat listrik dengan hasil yang maksimum serta penggunaan fluida kerja yang lebih bersahabat dan ramah lingkungan seperti yang sekarang ini sedang berlangsung di salah satu laboratorium dari Balai Termodinamika, Motor dan sistem Propulsi – BPPT di kawasan Puspiptek serpong yaitu penelitian dan

pengembangan mengenai mesin Absorption Chiller dengan fluida kerja Air – Lithium Bromida ditunjang oleh sistem kontrol berbasis PLC.

Mesin Pendingin dengan Fluida kerja Air – Lithium Bromida



Gambar 1.1. skema system Absorption Chiller (Error! Reference source not found.)

Lihat Gambar1.1, Kondisi awal, solusi pada pendingin dalam kondisi banyak mengandung air murni dan dengan kekuatan pompa air melalui heat exchanger ke generator. Suhu solusi dalam heat exchanger meningkat(Error! Reference source not found.)

Dalam generator energi panas bertambah yang menyebabkan terjadinya penguapan dan mengurangi kandungan air pada Lithium Bromida. Refrigerant uap mengalir ke kondensor, untuk melepaskan kalor ke lingkungan sehingga terjadi proses kondensasi. Refrigerant mengalir melalui aliran restrictor ke evaporator. Dalam evaporator, panas dari beban menguap, dan mengalir kembali ke absorber. Sebagian kecil dari refrigerant meninggalkan evaporator sebagai cairan spillover. Pada keluar generator, uap terdiri dari absorber - solusi pendingin yang didinginkan dalam heat exchanger. Solusi menyerap uap refrigerant dari evaporator dan melepas panas melalui heat exchanger. (Error! Reference source not found.)

Dari prinsip / proses kerja mesin pendingin system Absorpsi dengan fluida Air – Lithium Bromida diatas, dibutuhkan suatu pengkajian lebih detail dan mendalam untuk mendapatkan sistem control berbasis PLC yang lebih sesuai guna menghasilkan data yang lebih valid sehingga didapatkan diagram ladder yang lebih baik untuk kestabilan dan keakuratan mesin pendingin dengan fluida kerja air - Lithium bromida. Apalagi fluida kerja yang digunakan cukup mudah terjadi perubahan tekanan dan temperature merupakan faktor kesulitan tersendiri yang akan dihadapi dalam pengkajian dan penelitian masalah ini. Sistem tersebut diharapkan dapat menghasilkan sesuatu yang berupa metode, prosedur, formula perhitungan yang akhirnya menghasilkan program diagram ladder untuk PLC maupun installasi mesin pendingin Absorpsi dengan fluida kerja Air – Lithium Bromida yang lebih tepat dan representative.

Sedangkan pemilihan peralatan control yang digunakan yaitu PLC dengan merek Omron dengan type CS 1 G – CPU 42 H berdasarkan pada pertimbangan pemanfaatan peralatan yang sudah ada di Laboratorium Termodinamika, BTMP – BPPT di kawasan Puspiptek Serpong

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui dan memahami prinsip kerja dari mesin Absorption Chiller Air – Litium Bromida, sehingga mampu mendisain, mempergunakan dan membantu user untuk cara – cara memelihara serta perbaikan dengan tepat bila terjadi kerusakan. Dapat membuat program yang lebih dikenal dengan diagram tangga / Diagram Ladder (untuk PLC) sesuai dengan jalannya proses yang diinginkan. dan pada akhirnya dapat mengembangkan teknologi mesin absorption chiller dimasa yang akan datang.

1.3. Batasan Masalah

1. Analisa prinsip kerja dari mesin Absorption Chiller Air – Lithium Bromida sebagai sarana yang dapat membantu dalam proses pembuatan program diagram Ladder
2. Pengukuran parameter temperatur yang diperoleh merupakan suatu besaran yang dipergunakan sebagai batasan kerja / fungsi alat yang diimplementasikan dalam bentuk program diagram ladder

3. Media kerja atau fluida yang digunakan dalam instalasi mesin Absorption Chiller adalah fluida Air – Lithium Bromida

1.4. Manfaat Penelitian

- Dengan adanya pengkajian seperti ini diharapkan sebagai teknisi, *user* ataupun *owner* dari suatu Mesin Absorption Chiller Air Lithium Bromida, lebih mampu memahami sifat dan karakteristik yang lebih spesifik dari mesin yang bersangkutan. Sehingga dalam pengoperasian ataupun pemeliharaan mesin tersebut berjalan dengan lebih tepat.
- Diharapkan adanya suatu perkembangan yang positif mengenai mesin Absorption Chiller Air – Lithium Bromida baik ditinjau dari disain mekanik maupun sistem kontrolnya, sehingga dapat menghasilkan kualitas yang lebih baik.
- Dengan memasyarakatkan penggunaan mesin Absorption Chiller Air – Lithium Bromida pada dunia industri di Indonesia berarti ikut berperan serta untuk penghematan sumber energi listrik.
- Selain dapat berperan serta untuk penghematan sumber energi listrik juga secara langsung dapat memanfaatkan sumber panas yang terbuang sia – sia ke udara bebas menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi kehidupan masyarakat umum dan khususnya buat dunia industri.
- Mesin Absorption Chiller ini menggunakan fluida kerja Air – Lithium Bromida yang sangat ramah lingkungan

1.5. Metoda Penelitian dan Rencana Tahapan Penelitian / Kegiatan

- Studi literatur.
Banyak hasil penelitian atau pengembangan yang telah dilakukan terhadap teknologi yang berhubungan dengan mesin pendingin absorpsi dengan fluida kerja Lithium Bromida - Air.

Omron memiliki dokumen-dokumen cukup lengkap sebagai bahan panduan dalam merancang bangun program ladder yang bermanfaat untuk aplikasi PLC

- Rancang bangun Program Ladder
 - Inisialisasi input / output yang digunakan;
 - Merencanakan dan Menentukan logika utama tahapan kerja program;
 - Membangun program Ladder melalui petunjuk – petunjuk manual yang berkaitan (Omron Manual Book)
 - Mensimulasi program ladder dengan program CX Programmer sebelum di install ke PLC.
 - Inisialisasi Channel Input / Output Analog dan digital yang dipergunakan sesuai dengan letak modul setiap channelnya
 - Upload program ladder ke PLC dengan bantuan CX programmer melalui kanal seri
 - Mengecek kesesuaian address Input / Output program ladder dengan channel Input / Output baik analog maupun digital
 - Melakukan uji coba pada setiap tahapan program
 - Menjalankan Program

1.6. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Balai Termodinamika, Motor dan Sistem Propulsi, BPPT di kawasan Puspiptek Serpong.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengenalan Mesin Absorption

2.1.1 Bahan yang digunakan

a. Lithium Bromida

Lithium Bromida, (LiBr) merupakan senyawa kimia Lithium dan Bromin. Sifat higroskopik Lithium Bromida, menjadikan LiBr dapat digunakan sebagai pengering dalam sistem pendingin udara tertentu

Tabel 2.1. Sifat – sifat Lithium Bromida (Error! Reference source not found.)

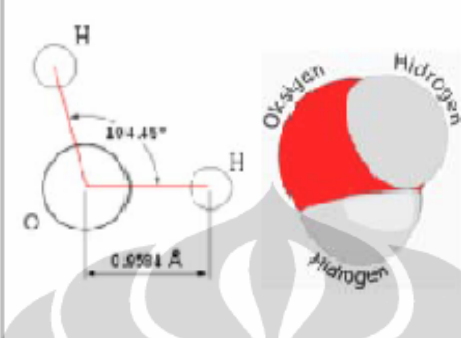
LITHIUM BROMIDE	
PRODUCT IDENTIFICATION	
CAS NO.	7550-35-8 (Anhydrous), 13453-70-8 (Hydrate)
EINECS NO.	231-439-8
FORMULA	LiBr
MOL WT.	86.84
H.S. CODE	2827.59
TOXICITY	Oral, rat LD50: 1800 mg/kg
SYNONYMS	LiBr; Lithium bromide hydrate; Lithium monobromide; Bromuro de litio (Spanish); Bromure de lithium (French);
DERIVATION	
CLASSIFICATION	
PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES (99%)	
PHYSICAL STATE	White Powder
MELTING POINT	547 C
BOILING POINT	1265 C
SPECIFIC GRAVITY	3.464
SOLUBILITY IN WATER	Soluble
pH	Neutral
VAPOR DENSITY	
AUTOIGNITION	
NFPA RATINGS	Health: 2; Flammability: 0; Reactivity: 0
REFRACTIVE INDEX	
FLASH POINT	none
STABILITY	Stable under ordinary conditions

b. Air.

Air adalah bagian dari kimia dengan rumus kimia H₂O : satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Sifat Air tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) dan temperatur 273,15 K (0 °C). Air merupakan suatu pelarut, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan

banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

Tabel 2.2. Sifat – sifat Air (Error! Reference source not found.)

Air	
	
R u m u s	H ₂ O
Massa Molar	18.0153 g/mol
Nama Alternatif	Aqua, Dihidrogen Monoksida, Hidrogen Hidroksida
Kepadatan dan Fase	0.998 g/cm ³ (cair 20°C) 0.92 g/cm ³ (padat)
Titik Lebur	0 °C (273.15 K) (32 °F)
Titik Didih	100 °C (373.15 K) (212 °F)
Kalor Jenis	4184 J/(kg.K) (cair 20 °C)

Air (H₂O) adalah molekul yang paling dibutuhkan sampai saat ini bagi semua kehidupan di bumi dan terdapat paling banyak di permukaan bumi, Air menutupi hampir sebagian besar dari permukaan bumi, paling banyak ditemukan di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak – puncak gunung), dapat juga ditemukan dalam bentuk awan, hujan, sungai, air tawar, danau, uap air, dan lautan es. phasa air bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu : melalui penguapan, hujan, Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu – satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujud. Banyak zat-zat yang larut dalam air dan sering disebut sebagai pelarut universal.



Gambar 2.1 Air dalam tiga wujud (Error! Reference source not found.)

Tekanan uap air adalah tekanan uap (atau ekuilibrium / tekanan saturasi) dari air, yaitu tekanan yang diberikan oleh air pada temperatur tertentu.

Persamaan yang digunakan untuk mendekati tekanan uap air : (Error! Reference source not found.)

$$p_s = 610.78 \times \exp\left(\frac{t}{t + 238.3}\right) \times 17.2694$$

dimana P adalah *Tekanan Uap* dalam mmHg dan T adalah *temperatur* dalam °K

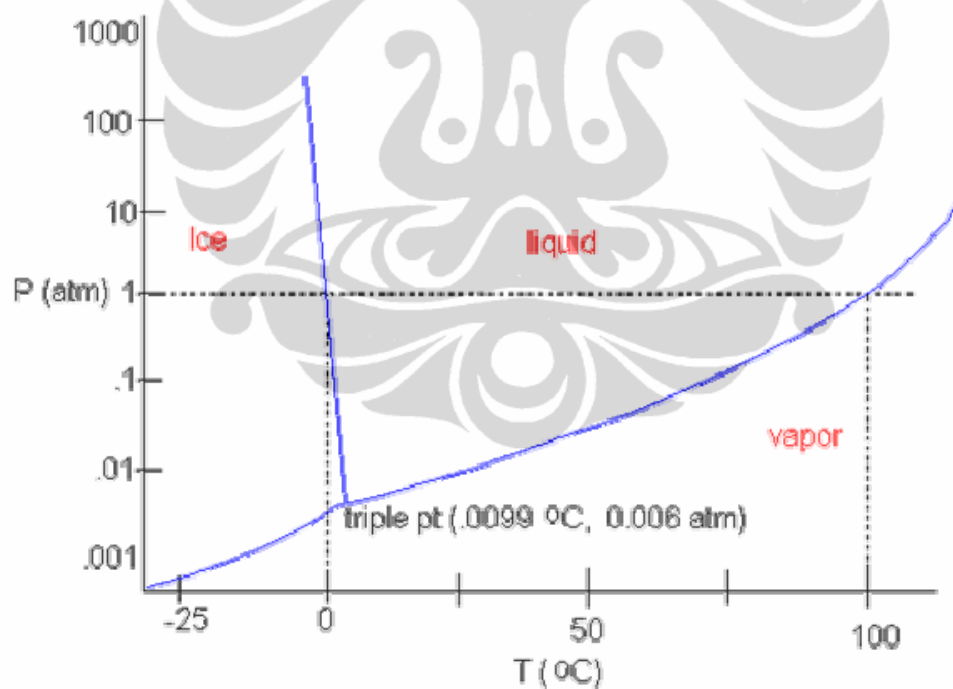
Tabel 2.3 Temperatur – Tekanan Uap Air

Temperatur			Pressure (Tekanan)
°C	K	°F	Pa
0	273	32	611
5	278	41	871
10	283	50	1.224
12	285	54	1.398
14	287	57	1.592
16	289	61	1.810
17	290	63	1.929
18	291	64	2.054
19	292	66	2.186
20	293	68	2.326
21	294	70	2.473
22	295	72	2.629
23	296	73	2.793
24	297	75	2.966
25	298	77	3.148

Temperatur dan tekanan di mana padat, cair, dan gas, pada air hidup berdampingan dalam kesetimbangan yang disebut titik tripel air (lihat gambar 2.2 Grafik Titik Tripel Air). Titik ini digunakan untuk menentukan satuan Temperatur (Kelvin, satuan SI).

Akibatnya, titik tripel air adalah suhu nilai yang ditentukan dari pada kuantitas yang diukur. Titik tripel air adalah pada suhu 273,16 K (0,01 ° C) dengan konvensi, dan pada tekanan 611,73 Pa tekanan ini sangat rendah, sekitar 1 / 166 normal tekanan udara permukaan laut 101.325 Pa dari permukaan atmosfer tekanan di planet Mars adalah sangat dekat dengan titik tripel tekanan, dan elevasi nol atau "permukaan laut" adalah ditetapkan oleh tinggi di mana tekanan atmosfer sesuai dengan titik tripel air.

Walaupun secara umum disebut sebagai " titik tripel air ", yang stabil cair kombinasi air, es, dan uap air hanyalah salah satu dari beberapa titik pada diagram fase air.



Gambar 2.2. Grafik Titik Tripel Air (Error! Reference source not found.)

2.1.2 Bagian – bagian Mesin Absorption

a. Generator

Generator adalah istilah yang digunakan untuk tempat yang berfungsi untuk mengurai solusi menjadi Lithium Bromida pekat dengan uap air dengan cara memberikan kalor dengan suhu dan tekanan tertentu terhadap larutan solusi

b. Kondensor

Kondensor adalah tempat untuk mengubah refrigerant (uap air / gas) menjadi titik – titik air. didalam ruang ini terjadi pelepasan kalor dari refrigerant sehingga temperaturnya menjadi lebih dingin

c. Evaporator

Evaporator adalah tempat refrigerant (air) yang siap digunakan dengan kondisi temperatur rendah.

d. Absorbber

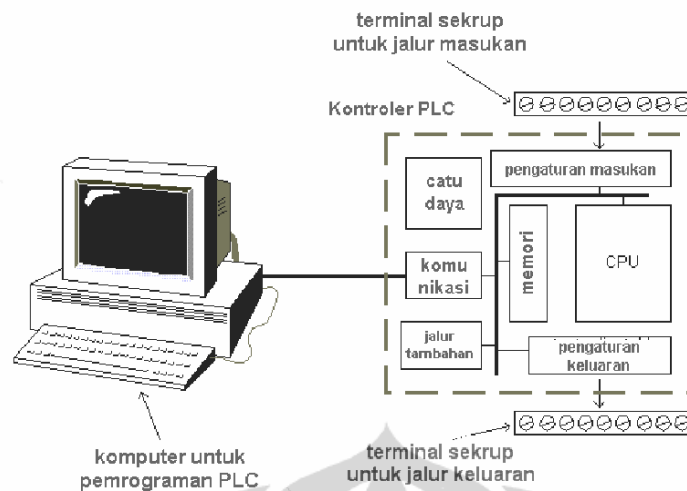
Absorbber adalah tempat bertemunya Lithium Bromida Pekat dengan air dan terjadi penyerapan air oleh Lithium Bromida

e. Heat Exchanger (Penukar Kalor)

heat exchanger ini berfungsi untuk membantu meningkatkan temperatur pada solusi sebelum menuju ke generator

2.2 Komponen – komponen PLC

PLC sesungguhnya merupakan sistem mikrokontroler khusus untuk industri, artinya seperangkat perangkat lunak dan keras yang diadaptasi untuk keperluan aplikasi dalam dunia industri. Elemen-elemen dasar sebuah PLC ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar 2.3. Elemen-elemen dasar PLC (Error! Reference source not found.)

2.2.1 Unit Pengolah Pusat (CPU - Central Processing Unit)

Unit pengolah pusat atau CPU merupakan otak dari sebuah kontroler PLC. CPU itu sendiri biasanya merupakan sebuah mikrokontroler (versi mini mikrokontroler lengkap). Pada awalnya merupakan mikrokontroler 8-bit seperti 8051, namun saat ini bisa merupakan mikrokontroler 16 atau 32 bit. Biasanya untuk produk-produk PLC buatan Jepang, mikrokontrolernya adalah Hitachi dan Fujitsu, sedangkan untuk produk Eropa banyak menggunakan Siemens dan Motorola untuk produk – produk Amerika. CPU ini juga menangani komunikasi dengan piranti eksternal, interkoneksi antar bagian-bagian internal PLC, eksekusi program, manajemen memori, mengawasi atau mengamati masukan dan memberikan sinyal ke keluaran (sesuai dengan proses atau program yang dijalankan). Kontroler PLC memiliki suatu rutin kompleks yang digunakan untuk memeriksa agar dapat dipastikan memori PLC tidak rusak, hal ini dilakukan karena alasan keamanan. Hal ini bisa dijumpai dengan adanya indikator lampu pada badan PLC sebagai indikator terjadinya kesalahan atau kerusakan. (Error! Reference source not found.)

2.2.2 Memori

Memori sistem (saat ini banyak yang mengimplementasikan penggunaan teknologi flash) digunakan oleh PLC untuk sistem kontrol proses. Selain berfungsi untuk menyimpan "sistem operasi", juga digunakan untuk menyimpan program yang harus dijalankan, dalam bentuk biner, hasil terjemahan diagram

tangga yang dibuat oleh pengguna atau pemrogram. Isi dari memori Flash tersebut dapat berubah (bahkan dapat juga dikosongkan atau dihapus) jika memang dikehendaki seperti itu. Tetapi yang jelas, dengan penggunaan teknologi Flash, proses penghapusan dan pengisian kembali memori dapat dilakukan dengan mudah. Pemrograman PLC, dilakukan melalui kanal serial komputer.

Memori pengguna dibagi menjadi beberapa blok yang memiliki fungsi khusus. Beberapa bagian memori digunakan untuk menyimpan status masukan dan keluaran. Status yang sesungguhnya dari masukan maupun keluaran disimpan sebagai logika atau bilangan '0' dan '1' (dalam lokasi bit memori tertentu). Masing – masing masukan dan keluaran berkaitan dengan sebuah bit dalam memori. Sedangkan bagian lain dari memori digunakan untuk menyimpan isi variable – variable yang digunakan dalam program yang dituliskan. Misalnya, nilai pewaktu atau nilai pencacah bisa disimpan dalam bagian memori ini. (Error! Reference source not found.)

2.2.3 Pemrograman PLC

Kontroler PLC dapat diprogram melalui komputer, tetapi juga bisa diprogram melalui program manual, yang biasa disebut dengan konsol (console). Untuk keperluan ini dibutuhkan perangkat lunak, yang biasanya juga tergantung pada produk PLC nya. Dengan kata lain, masing-masing produk PLC membutuhkan perangkat sendiri – sendiri.

Saat ini fasilitas PLC dengan komputer sangat penting sekali artinya dalam pemrograman ulang PLC dalam dunia industri. Sekali sistem diperbaiki, program yang benar dan sesuai harus disimpan ke dalam PLC lagi. Selain itu perlu dilakukan pemeriksaan program PLC, apakah selama disimpan tidak terjadi perubahan atau sebaliknya, apakah program sudah berjalan dengan benar atau tidak. Hal ini membantu untuk menghindari situasi berbahaya dalam ruang produksi (pabrik), dalam hal ini beberapa pabrik PLC telah membuat fasilitas dalam PLC nya berupa dukungan terhadap jaringan komunikasi, yang mampu melakukan pemeriksaan program sekaligus pengawasan secara rutin apakah PLC bekerja dengan baik dan benar atau tidak.

Hampir semua produk perangkat lunak untuk memprogram PLC

memberikan kebebasan berbagai macam pilihan seperti: memaksa suatu saklar (masukan atau keluaran) bernilai ON atau OFF, melakukan pengawasan program (*monitoring*) secara real-time termasuk pembuatan dokumentasi diagram tangga yang bersangkutan. Dokumentasi diagram tangga ini diperlukan untuk memahami program sekaligus dapat digunakan untuk pelacakan kesalahan. Pemrogram dapat memberikan nama pada piranti masukan dan keluaran, komentar-komentar pada blok diagram dan lain sebagainya. Dengan pemberian dokumentasi maupun komentar pada program, maka akan mudah nantinya dilakukan pembenahan (perbaikan atau modifikasi) program dan pemahaman terhadap kerja program diagram tangga tersebut.

2.2.4. Catu daya PLC

Catu daya listrik digunakan untuk memberikan pasokan catu daya ke seluruh bagian PLC (termasuk CPU, memori dan lain-lain). Kebanyakan PLC bekerja pada catu daya 24 VDC atau 220 VAC. Beberapa PLC catu dayanya terpisah (sebagai modul tersendiri). Yang demikian biasanya merupakan PLC besar, sedangkan yang medium atau kecil, catu dayanya sudah menyatu. Pengguna harus menentukan berapa besar arus yang diambil dari modul keluaran/masukan untuk memastikan catu daya yang bersangkutan menyediakan sejumlah arus yang memang dibutuhkan. Tipe modul yang berbeda menyediakan sejumlah besar arus listrik yang berbeda.

Catu daya listrik ini biasanya tidak digunakan untuk memberikan catu daya langsung ke masukan maupun keluaran, artinya masukan dan keluaran murni merupakan saklar (baik relai maupun opto isolator). Pengguna harus menyediakan sendiri catu daya terpisah untuk masukan dan keluaran PLC. Dengan cara demikian, maka lingkungan industri dimana PLC digunakan tidak akan merusak PLCnya itu sendiri karena memiliki catu daya terpisah antara PLC dengan jalur – jalur masukan dan keluaran. (Error! Reference source not found.)

2.2.5. Masukan – masukan PLC

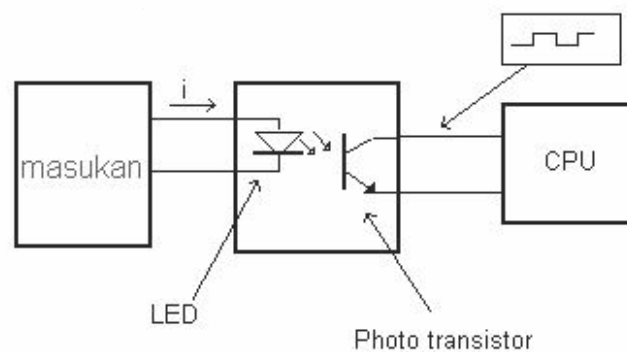
Kecerdasan sebuah sistem terotomasi sangat tergantung pada kemampuan sebuah PLC untuk membaca sinyal dari berbagai macam jenis sensor dan piranti – piranti masukan lainnya. untuk mendeteksi proses atau kondisi atau status suatu

keadaan atau proses yang sedang terjadi, misalnya, berapa cacah barang yang sudah diproduksi, ketinggian permukaan air, tekanan udara dan lain sebagainya, maka dibutuhkan sensor-sensor yang tepat untuk masing-masing kondisi atau keadaan yang akan dideteksi tersebut. Dengan kata lain, sinyal-sinyal masukan tersebut dapat berupa logik (ON atau OFF) maupun analog. PLC kecil biasanya hanya memiliki jalur masukan digital saja, sedangkan yang besar mampu menerima masukan analog melalui unit khusus yang terpadu dengan PLCnya. Salah satu sinyal analog yang sering dijumpai adalah sinyal arus 4 hingga 20mA yang diperoleh dari berbagai macam sensor.

Lebih canggih lagi, peralatan lain dapat dijadikan masukan untuk PLC, seperti citra dari kamera, robot (misalnya, robot bisa mengirimkan sinyal ke PLC sebagai suatu informasi bahwa robot tersebut telah selesai memindahkan suatu objek dan lain sebagainya) dan lain-lain.

2.2.6. Pengaturan atau Antarmuka Masukan

Antarmuka masukan berada di antara jalur masukan yang sesungguhnya dengan unit CPU. Tujuannya adalah melindungi CPU dari sinyal-sinyal yang tidak dikehendaki yang bisa merusak CPU itu sendiri. Modul antar masukan ini berfungsi untuk mengkonversi atau mengubah sinyal-sinyal masukan dari luar ke sinyal-sinyal yang sesuai dengan tegangan kerja CPU yang bersangkutan (misalnya, masukan dari sensor dengan tegangan kerja 24 VDC harus dikonversikan menjadi tegangan 5 VDC agar sesuai dengan tegangan kerja CPU). Hal ini dengan mudah dilakukan menggunakan rangkaian opto – isolator, lihat gambar 2.4. Rangkaian antarmuka masukan PLC :



Gambar 2.4. Rangkaian antarmuka masukan PLC

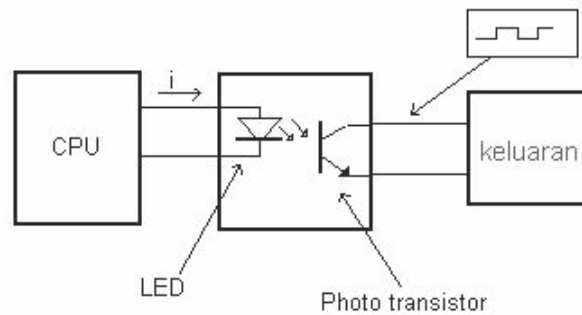
Penggunaan opto-isolator artinya tidak ada hubungan kabel sama sekali antara dunia luar dengan unit CPU. Secara 'optik' dipisahkan (perhatikan gambar diatas), atau dengan kata lain, sinyal ditransmisikan melalui cahaya. Kerjanya sederhana, piranti eksternal akan memberikan sinyal untuk menghidupkan LED (dalam opto osilator), akibatnya *photo transistor* akan menerima cahaya dan akan menghantarkan arus (ON), CPU akan melihatnya sebagai logika nol (catu antara kolektor dan emitor drop dibawah 1 volt). Begitu juga sebaliknya, saat sinyal masukan tidak ada lagi, maka LED akan mati dan *photo transistor* akan berhenti menghantar (OFF), CPU akan melihatnya sebagai logika satu. (Error! Reference source not found.)

2.2.7. Keluaran-keluaran PLC

sistem otomatis tidaklah lengkap jika tidak ada fasilitas keluaran atau fasilitas untuk menghubungkan dengan alat-alat eksternal (yang dikendalikan). Beberapa alat atau piranti yang banyak digunakan adalah motor, selenoida, relai, lampu indikator, speaker dan lain sebagainya. Keluaran ini dapat berupa analog maupun digital. Keluaran digital bertingkah seperti sebuah saklar, menghubungkan dan memutuskan jalur. Keluaran analog digunakan untuk menghasilkan sinyal analog (misalnya, perubahan tegangan untuk pengendalian motor secara regulasi linear sehingga diperoleh kecepatan putar tertentu). (Error! Reference source not found.)

2.2.8. Pengaturan atau Antarmuka Keluaran

Sebagaimana pada antarmuka masukan, keluaran juga membutuhkan antarmuka yang sama yang digunakan untuk memberikan perlindungan CPU dengan peralatan eksternal, lihat gambar 2.5 Rangkaian antarmuka keluaran PLC, Cara kerjanya juga sama, yang menyalakan dan mematikan LED didalam optoisolator sekarang adalah CPU, sedangkan yang membaca status *photo transistor*, apakah menghantarkan arus atau tidak, adalah peralatan atau piranti eksternal.



Gambar 2.5. Rangkaian antarmuka keluaran PLC (Error! Reference source not found.)

2.2.9. Jalur Ekstensi atau Tambahan

Setiap PLC biasanya memiliki jumlah masukan dan keluaran yang terbatas. Jika diinginkan, jumlah ini dapat ditambahkan menggunakan sebuah modul keluaran dan masukan tambahan (*I/O expansion* atau *I/O extension module*).

2.3. Menghubungkan Piranti Masukan dan Keluaran

Sebagaimana sudah dijelaskan sebelumnya, PLC yang berdiri sendiri tidak ada artinya, agar berfungsi sebagaimana mestinya, PLC haruslah dilengkapi dengan piranti-piranti masukan dan keluaran. Untuk masukan, diperlukan sensor untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan. Kemudian apa yang dikendalikan atau dikontrol? inilah fungsi dari keluaran, dihubungkan dengan berbagai macam piranti yang akan dikendalikan seperti motor, selenoida dan lain sebagainya. (Error! Reference source not found.)

2.3.1 Konsep Dasar

Konsep dasar berkaitan dengan apa yang bisa dihubungkan dan bagaimana cara menghubungkan ke masukan atau keluaran PLC. Ada dua istilah yang sudah lazim dikalangan elektronika maupun pengguna PLC, yaitu istilah "*sinking*" dan "*sourcing*". Istilah *sinking* berkaitan dengan penarikan atau penyedotan sejumlah arus dari piranti luar (eksternal), istilah ini berkaitan dengan tanda " - " (terminal negatif) atau GND (ground). Sedangkan istilah *sourcing*, yang berkaitan dengan tanda " + " (terminal positif) atau Vcc, berkaitan dengan pemberian sejumlah arus ke piranti luar (eksternal).

Masukan atau keluaran, baik yang bersifat *sinking* atau *sourcing* hanya

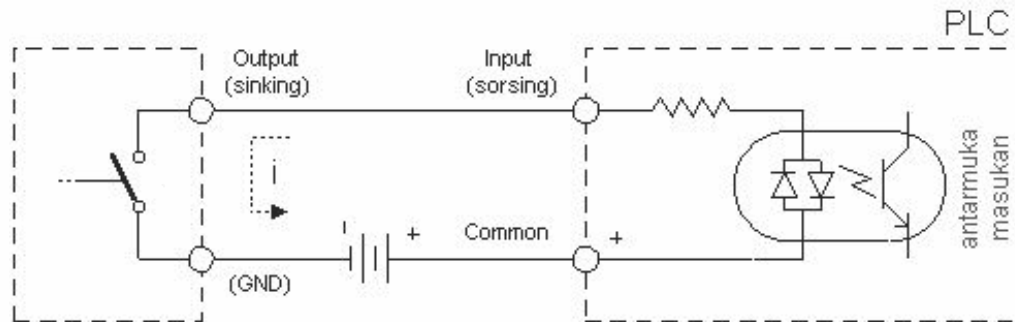
bisa menghantarkan arus listrik satu arah (searah saja), artinya menggunakan catu daya DC. Dengan demikian, setiap jalur keluaran atau masukan memiliki terminal (+) dan (-), jika terdapat 5 masukan, maka akan terdapat 10 (5 x 2 terminal) sekrup terminal masukan, yang masing-masing bertanda (+) dan (-). namun hal ini kemudian dihindari dengan cara menyatukan terminal (+) nya, yang kemudian untuk beberapa masukan atau keluaran dijadikan satu dan disebut dengan jalur *common* (dalam PLC dengan tanda COMM). Lihat gambar 2.6. Ilustrasi terminal COMM dibawah memperlihatkan 3 masukan dengan satu jalur tunggal terminal COMM dan masing-masing dihubungkan dengan sebuah saklar.



Gambar 2.6. Ilustrasi terminal COMM (Error! Reference source not found.)

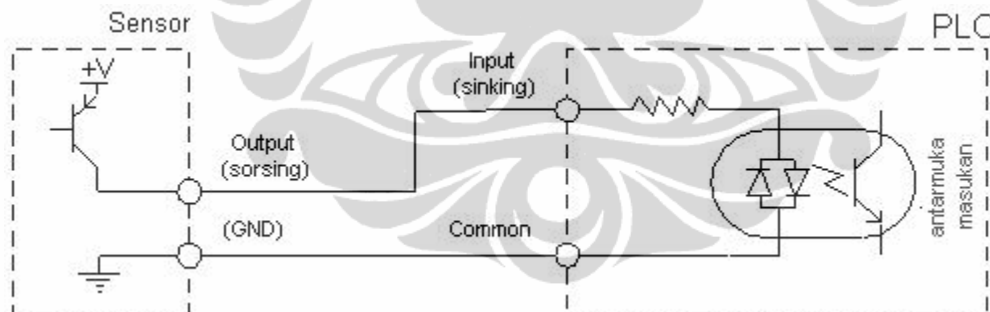
2.3.2 Jalur-jalur Masukan

Yang perlu diperhatikan dalam menghubungkan piranti luar dengan jalur masukan, yang biasanya berupa sensor, adalah bahwa keluaran dari sensor bisa berbeda tergantung dari sensor itu sendiri dan aplikasinya. Yang penting, bagaimana caranya dibuat suatu rangkaian sensor yang dapat memberikan sinyal ke PLC sesuai dengan spesifikasi masukan PLC yang digunakan. Lihat gambar 2.7. Menghubungkan sensor keluaran *sinking* dengan masukan *sourcing*, memperlihatkan suatu contoh cara menghubungkan sebuah sensor dengan tipe keluaran *sinking* dengan masukan PLC yang bersifat *sourcing*.



Gambar 2.7. Menghubungkan sensor keluaran *sinking* dengan masukan *sourcing*

Pada gambar 2.7 tersebut diatas, jenis sensor yang digunakan, sebagaimana disebutkan sebelumnya, merupakan jenis yang menyedot arus (*sinking*), dengan demikian, masukan atau hubungan yang cocok disisi lainnya (PLC) adalah yang memberikan arus (*sourcing*). Perhatikan penempatan tegangan DC nya, terutama polaritas terminalnya (positif dan negatifnya). Dalam hal ini COMMON bersifat positif untuk tipe hubungan atau koneksi semacam ini. Lihat gambar 2.8 menghubungkan sensor keluaran *sourcing* dengan masukan *sinking* menunjukkan tipe koneksi yang lain atau kebalikan dari tipe koneksi yang sebelumnya.

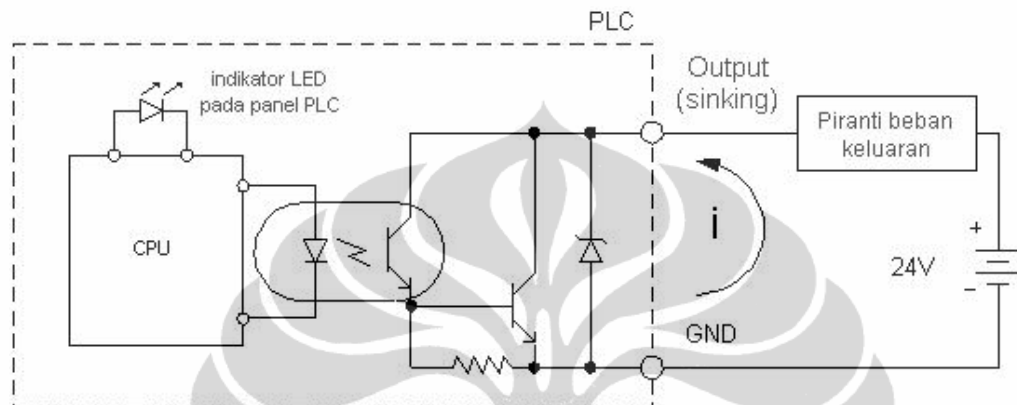


Gambar 2.8 menghubungkan sensor keluaran *sourcing* dengan masukan *sinking*

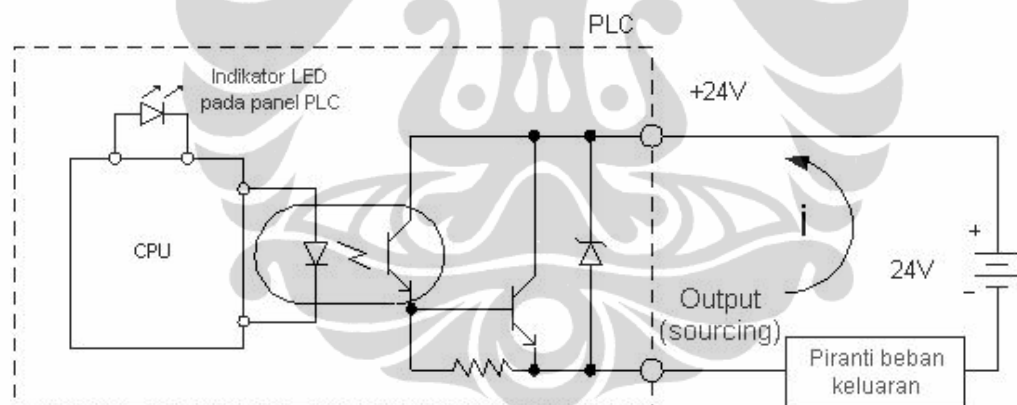
Pada gambar 2.8 memperlihatkan bahwa sekarang sensor memiliki sumber arus sendiri sehingga tipenya merupakan *sourcing*, pasangan terminalnya disisi yang lain (PLC) merupakan tipe *sinking*. Untuk tipe hubungan semacam ini, COMMON bersifat negatif atau GND. Secara garis besar dapat dikatakan bahwa harus dilakukan hubungan *sinking* – *sourcing* atau *sourcing* – *sinking* bukan *sinking* – *sinking* maupun *sourcing* – *sourcing*. (Error! Reference source not found.)

2.3.3 Jalur-jalur Keluaran

Keluaran dari PLC biasanya dapat berupa transistor dalam hubungan PNP, NPN maupun relai. Lihat gambar 2.9 Menghubungkan beban keluaran dengan keluaran PLC tipe *sinking* dan gambar 2.10 Menghubungkan beban keluaran dengan keluaran PLC tipe *sourcing*, yang masing-masing menggambarkan bagaimana cara PLC mengatur piranti eksternal secara nyata.



Gambar 2.9. Menghubungkan beban keluaran dengan keluaran PLC tipe *sinking*



Gambar 2.10 Menghubungkan beban keluaran dengan keluaran PLC tipe *sourcing*

Pada gambar 2.9 ditunjukkan bagaimana PLC menangani beban keluaran, jika PLC-nya sendiri keluarannya tipe *sinking*. Beban diletakkan antara terminal masukan *sinking* dengan terminal positif catu daya, yang digunakan untuk menggerakkan beban bukan untuk PLC-nya itu sendiri. Sedangkan pada gambar 2.10 adalah sebaliknya, tipe keluaran PLC adalah *sourcing*, sehingga konfigurasinya beban keluaran diletakkan antara keluaran *sourcing* dengan terminal negatif. (Error! Reference source not found.)

2.4. Operasional PLC

Sebuah PLC bekerja secara kontinyu dengan cara menscan program. Satu siklus scan ini terdiri dari 3 langkah atau 3 tahap, sebagaimana ditunjukkan pada gambar dibawah



Gambar 2.11. Proses *scanning* program PLC

Keterangan :

- **Periksa status masukan,**
 Pertama PLC akan melihat masing-masing status keluaran apakah kondisinya sedang ON atau OFF. Dengan kata lain, apakah sensor yang terhubungkan dengan masukan pertama ON ? Bagaimana dengan yang terhubungkan pada masukan kedua ? Demikian seterusnya, hasilnya disimpan ke dalam memori yang terkait dan akan digunakan pada langkah berikutnya.
- **Eksekusi Program**
 Berikutnya PLC akan mengerjakan atau mengeksekusi program (diagram tangga) per instruksi. Mungkin program mengatakan bahwa masukan pertama statusnya ON maka keluaran pertama akan di ON kan. Karena PLC sudah tahu masukan yang mana saja yang ON dan OFF, dari langkah pertama dapat ditentukan apakah memang keluaran pertama harus di ON kan atau tidak (berdasarkan status masukan pertama). Kemudian akan menyimpan hasil eksekusi untuk digunakan kemudian. (Error! Reference source not found.)
- **Perbaharui status keluaran**
 Akhirnya PLC akan memperbaharui atau mengupdate status keluaran.

Pembaharuan keluaran ini bergantung pada masukan mana yang ON selama langkah 1 dan hasil dari eksekusi program di langkah 2. Jika masukan pertama statusnya ON, maka dari langkah 2, eksekusi program akan menghasilkan keluaran pertama ON, sehingga pada langkah 3 ini keluaran pertama akan diperbaharui menjadi ON.

Setelah langkah 3, PLC akan mengulangi kembali *scanning* programnya dari langkah 1, demikian seterusnya. Waktu scan didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan 3 langkah tersebut. Masing-masing langkah bisa memiliki waktu tanggap (*response time*) yang berbeda-beda, waktu total tanggap atau *total response time* adalah jumlah semua waktu tanggap masing-masing langkah. (Error! Reference source not found.)

2.5. Diagram Ladder

Diagram Ladder adalah salah satu bentuk pemrograman yang umum digunakan pada PLC. Metode ini disusun untuk mengurangi kerumitan, dengan cara memodelkan langsung logika yang terjadi pada relay.

PLC banyak dipakai sebagai deretan / urutan logika, meskipun beberapa PLC terbaru sudah mampu menangani permasalahan analog. Meski begitu, kebanyakan PLC masih dipakai sebagai deretan / urutan logika, misalnya sebagai pengendali untuk ESD (Emergency Shut Down). Sebagaimana umumnya dalam deretan / urutan logika atau digital, penyelesaian permasalahan tersebut akan lebih mudah jika masing-masing komponen input dan output disajikan dalam logika digital / logika boolean, dengan melibatkan tabel kebenaran, menyusun persamaan output berdasarkan tabel tersebut dalam bilangan biner, kemudian menyederhanakan persamaan tersebut dengan memanfaatkan Karnaugh Map.

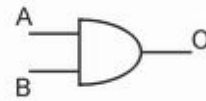
Berikut ini adalah beberapa contoh konversi dari gerbang logika dasar ke dalam Ladder Diagram. (Contoh yang diberikan memiliki 2 input dan 1 output).

• Logika AND

Tabel kebenaran logika AND adalah sebagai berikut,

Tabel 2.4. Tabel Kebenaran AND

A	B	O
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Konversi ke Ladder Diagram,



Gambar 2.12. Diagram Ladder Logika AND

• Logika OR

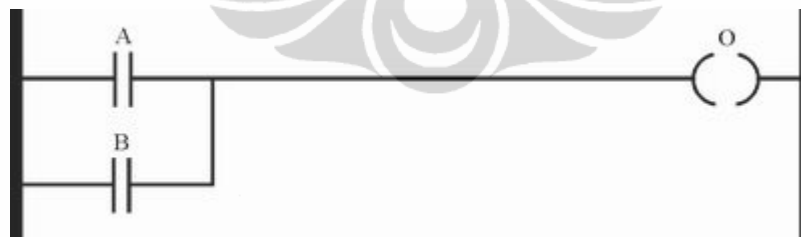
Tabel kebenaran logika OR adalah sebagai berikut,

Tabel 2.5. Tabel Kebenaran OR

A	B	O
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Konversi ke Ladder Diagram,



Gambar 2.13. Diagram Ladder Logika OR

• Logika NOT

Tabel kebenaran logika NOT adalah sebagai berikut,

Tabel 2.6. Tabel Kebenaran NOT

A	O
0	1
1	0



Konversi ke Ladder Diagram,



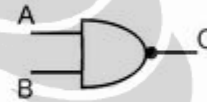
Gambar 2.14. Diagram Ladder Logika NOT

• Logika NAND

Logika NAND merupakan pengembangan dari logika AND, OR dan NOT. Tabel kebenarannya adalah sebagai berikut,

Tabel 2.7. Tabel Kebenaran NAND

A	B	O
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Tabel kebenaran di atas memiliki persamaan sebagai berikut,

$$O = \overline{(A \cdot B)} = \overline{A} + \overline{B}$$

Sehingga konversi ke Ladder Diagram,



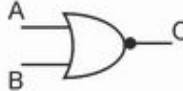
Gambar 2.15. Diagram Ladder Logika NAND

• Logika NOR

Logika ini juga merupakan pengembangan dari logika AND, OR dan NOT. Tabel kebenarannya adalah sebagai berikut,

Tabel 2.8. Tabel Kebenaran NOR

A	B	O
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Tabel kebenaran di atas memiliki persamaan sebagai berikut,

$$O = (\overline{A + B}) = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

Sehingga konversi ke Ladder Diagram,




Gambar 2.16. Diagram Ladder Logika NOR

• Logika XOR

Sama halnya dengan kedua logika sebelumnya, logika ini juga merupakan pengembangan dari AND, OR dan NOT. Logika ini banyak dipakai dalam untai penjumlahan (ADDER). Tabel kebenarannya adalah sebagai berikut,

Tabel 2.9. Tabel Kebenaran X-OR

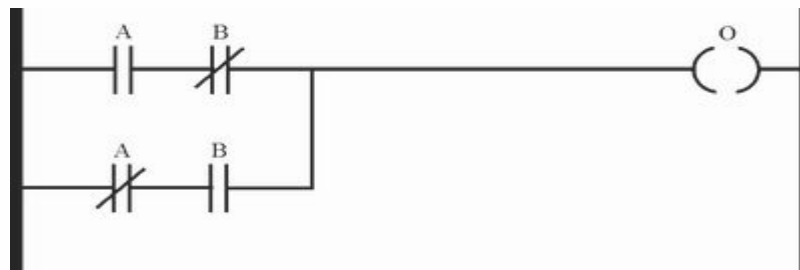
A	B	O
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Tabel kebenaran di atas memiliki persamaan sebagai berikut,

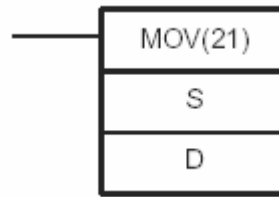
$$O = A \oplus B = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$$

Sehingga konversi ke Ladder Diagram lihat gambar 2.17 dibawah,



Gambar 2.17. Diagram Ladder Logika XOR (Error! Reference source not found.)

- **MOVE – MOV(21)**



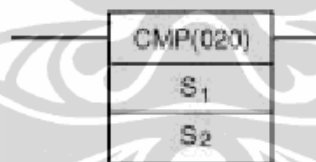
Gambar 2.18. Instruksi MOV

Instruksi MOV (21) akan dilaksanakan pada saat kondisi Aktif (ON) dan data pada S akan di pindah ke D sedangkan pada kondisi OFF MOV (21) tidak akan melaksanakan pemindahan data dari S ke D, lihat gambar 2.19. Proses instruksi MOV



Gambar 2.19. Proses instruksi MOV

- **COMPARE – CMP(20)**



Gambar 2.20. Instruksi CMP

Instruksi CMP (20) akan dilaksanakan pada saat kondisi Aktif (ON) dan data pada S1 akan di bandingkan dengan S2 sedangkan pada kondisi OFF CMP (20) tidak akan melaksanakan aktifitas perbandingan.

Lihat tabel 2.10. Status untuk fungsi CMP (20) dan Tabel 2.11. Alamat fungsi CMP (20) PLC Omron type CS1, CMP (20) membandingkan data biner di S1 dan S2 dan hasil keluarannya untuk Flags Aritmetika adalah Lebih dari (>), Lebih dari atau sama (\geq), Sama dengan (=), Kurang dari atau sama (\leq), dan Kurang (<) di area Auxiliary

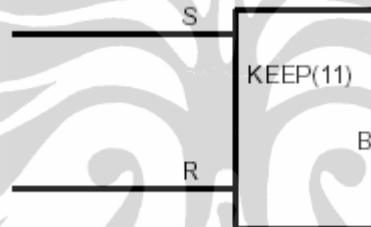
Tabel 2.10. Status untuk fungsi CMP (20)

CMP(020) Result	Flag status				
	>	> =	=	< =	<
$S_1 > S_2$	ON	ON	OFF	OFF	OFF
$S_1 = S_2$	OFF	ON	ON	ON	OFF
$S_1 < S_2$	OFF	OFF	OFF	ON	ON

Tabel 2.11. Alamat fungsi CMP (20) PLC Omron type CS1

	>	\geq	=	\leq	<
Address	CF005	CF000	CF006	CF002	CF007

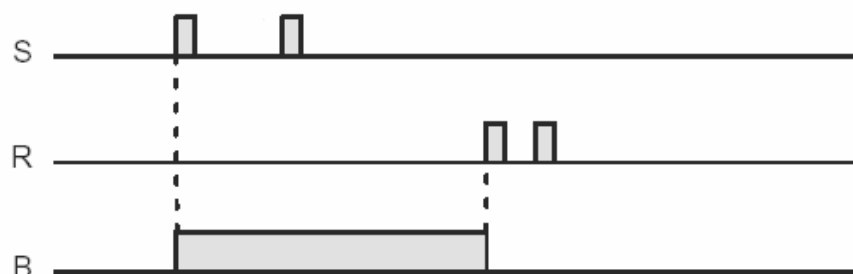
- **KEEP (11)**



Gambar 2.21. Instruksi KEEP

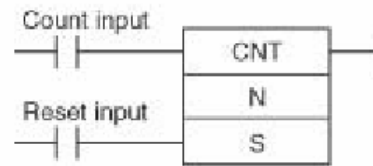
KEEP (11) digunakan untuk mempertahankan status bit, dirancang berdasarkan dua kondisi eksekusi. Kondisi eksekusi ini diberi label S dan R.

S adalah input set dan R adalah input reset. KEEP (11) beroperasi seperti relay latching yang ditetapkan oleh S dan R



Gambar 2.22. Grafik Fungsi KEEP

- **CNT**



Gambar 2.23. Instruksi CNT

N : Nomer Counter

Jumlah counter harus antara 0000 dan 4095 (desimal)

S : Set Value

BCD : #0000 to #9999

Binary : &0 to &65535 (decimal) or #0000 to #FFFF (hex)

PV counter akan menghitung turun 1 setiap kali input counter menghitung dari OFF ke ON. Keluaran Counter Aktif ketika PV mencapai 0.

Counter direset dan masukan jumlah diabaikan ketika input reset ON.

- **END**



Gambar 2.24. Instruksi END

walaupun instruksi END tidak selalu penting, instruksi End memungkinkan program untuk di scan atau dioperasikan dengan lebih cepat, scanning (penelusuran) suatu program merupakan suatu istilah yang digunakan untuk menjelaskan pemrosesan program dalam CPU mulai dari awal hingga akhir. Meskipun demikian, suatu program akan di-scan terus menerus.(Error! Reference source not found.)

2.6. Hukum-hukum Aljabar Boolean (Error! Reference source not found.)

1. Hukum identitas:

(i) $a + 0 = a$

(ii) $a \cdot 1 = a$

2. Hukum komplemen:

(i) $a + a' = 1$

(ii) $aa' = 0$

BAB III

PERENCANAAN MESIN PENDINGIN ABSORPSI

3.1 Pemilihan Sistem Pendingin Absorpsi

Agar dapat digunakan pada sistem pendingin absorpsi, ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi, antara lain ; (Error! Reference source not found.)

- Absorbent harus mempunyai daya ikat yang cukup kuat untuk mengikat uap refrigerant
- Aman, stabil, dan anti korosi
- Absorbent tidak mempunyai sifat mudah menguap, sehingga uap refrigerant yang meninggalkan generator mengandung sedikit sekali absorbent
- Tekanan kerja yang cukup rendah untuk mengurangi berat peralatan dan mencegah kebocoran kedalam atau keluar sistem
- Refrigerant mempunyai kapasitas panas laten yang tinggi agar laju aliran refrigerant tidak terlalu besar

3.1.1 Karakteristik Sistem *Amoniak – Air* (Error! Reference source not found.)

- Amoniak sebagai *refrigerant* dan air sebagai *absorbent*
- Amoniak bersifat korosif pada bahan tembaga dan paduannya
- Kapasitas panas laten Amoniak tinggi
- Bersifat racun bila terjadi kebocoran
- Tekanan operasi relatif tinggi
- Air sebagai absorbent mudah menguap, sehingga diperlukan peralatan tambahan (Analyzer, Rectifier)

3.1.2 Karakteristik Sistem *Lithium Bromida – Air* (Error! Reference source not found.)

- Air sebagai *refrigerant* dan Lithium Bromida sebagai *absorbent*
- Absorbent tidak mudah menguap, sehingga tidak diperlukan peralatan tambahan
- Tekanan operasi sangat rendah

- Apabila terjadi kebocoran tidak berbahaya, dan hanya akan terjadi udara yang masuk ke dalam sistem
- Perbedaan tekanan yang cukup kecil antara bagian bertekanan tinggi dengan bagian yang bertekanan rendah

Dari perbandingan karakteristik diatas, lebih disukai sistem Lithium Bromida – Air, karena : (Error! Reference source not found.)

- Biaya instalasi lebih rendah, karena tidak mempergunakan Analyzer dan Rectifier
- Tidak berbahaya apabila terjadi kebocoran
- Membutuhkan temperatur yang lebih rendah
- Tekanan operasi cukup rendah

3.2 Prinsip Kerja Sistem Mesin Absorpsi

Dalam perencanaan sistem kontrol suatu peralatan, dibutuhkan suatu pemahaman terlebih dahulu terhadap prinsip kerja dari suatu alat yang akan dibuat, sehingga dalam menentukan instruksi peralatan mana yang terlebih dahulu di fungsikan atau pun yang diakhirkan berfungsinya tidak salah, sesuai urutan dan fungsi kerja suatu sistem dari peralatan yang akan dibuat.

Untuk memudahkan memahami sistem kerja dari suatu alat yang akan dibuat , dibutuhkan bantuan sebuah flowchart / alur kerja dari sistem peralatan tersebut. Alur kerja dari sistem Mesin Absorption seperti yang terdapat pada lampiran, yang menggambarkan fungsi keseluruhan dari setiap langkah yang diambil untuk menjalankan mesin absorption sesuai dengan urutan – urutannya seperti dibawah ini :

Langkah pertama :

Menjalankan Pompa Vacum secara manual yang berfungsi untuk menjadikan tekanan di evaporator hingga mencapai ± 1500 Pa. selain itu juga untuk mengeluarkan adanya gas – gas yang terjebak akibat mesin tidak berfungsi.

Langkah kedua :

Mengecek aliran fluida pada cooling water unit yang masuk ke dalam ruang absorber, berfungsi untuk membantu proses penyerapan air oleh Lithium Bromida hingga menjadi larutan solusi, jika kondisi aliran terpenuhi kemudian dilanjutkan ke

Langkah ketiga :

Mengecek aliran fluida pada cooling water unit yang masuk kedalam ruang Kondensor, berfungsi untuk membantu proses kondensasi yaitu perubahan wujud air dari uap air menjadi butiran – butiran air, pada proses ini terjadi pelepasan kalor pada uap air sehingga temperatur pada butiran – butiran air menjadi lebih rendah.

Langkah keempat :

Mengecek aliran fluida chiller yang mengalir dari beban ke arah ruang evaporator, pada ruang evaporator temperatur refrigerant (air) sangat rendah ($\pm 7^{\circ}\text{C}$) sehingga dapat dimanfaatkan untuk mendinginkan fluida chiller yang pada akhirnya dimanfaatkan sebagai pendingin.

Langkah kelima :

Mengecek fungsi dari alat ukur khususnya alat ukur temperatur yang di pergunakan juga sebagai salah satu fungsi kontrol dan keamanan dari sistem mesin Absorber. Setelah kondisi dari urutan – urutan perintah diatas yang merupakan proses awal dari sistem keamanan mesin Absorber terpenuhi maka menuju langkah berikutnya.

Pada tahapan ini penentuan setting temperatur sangat dipengaruhi oleh sifat dan karakteristik alat, bahan fluida kerja maupun mesin pendingin absorber itu sendiri, seperti :

- Penentuan batasan temperatur untuk setiap thermocouple yang terpasang sebesar 4600 atau sama dengan 460°C adalah diambil dari nilai terbesar yang dapat dibaca oleh Modul CS1W-PTS11 atau

thermocouple dalam kondisi tidak terpasang dengan baik (bad contact) atau tidak terpasang sama sekali.

- Besaran Batasan Temperatur pada *Hot Water Generator* sebesar 900 atau senilai dengan 90 °C, untuk menghindari penguapan karena pada penelitian yang dilakukan, pemanas menggunakan media air yang memiliki titik didih dan penguapan sebesar 100 °C.
- Besaran Batasan temperatur pada *Output Chiller Water* sebesar 100 atau senilai dengan 10 °C adalah besaran untuk batasan kerja mesin pendingin absorpsi, dimana refrigerannya menggunakan air yang memiliki titik beku 0 °C pada tekanan 1 atm

Langkah Keenam :

Membuka valve pemanas yang berfungsi mengalirkan energi panas menuju generator sebagai langkah awal mulainya proses sistem absorpsi

Langkah Ketujuh :

Menjalankan pompa Solusi beberapa saat (fungsi delay) setelah temperatur digenerator terpenuhi, berfungsi untuk mengalirkan solusi dari ruang Absorber menuju Ruang generator, yang sebelumnya dilewatkan terlebih dahulu melalui Heat Exchanger yang berfungsi untuk menaikkan temperatur solusi mendekati temperatur pada ruang generator. langkah ke-tujuh ini merupakan langkah awal untuk bekerjanya fungsi mesin absorpber.

Langkah kedelapan :

Mengecek Temperatur Dekristalisasi harus kurang dari 55 °C, temperatur Dekristalisasi ini untuk mengetahui adanya Lithium Bromida yang mengkristal pada exchanger sehingga dapat menghambat laju aliran solusi pekat dari generator menuju ke ruang Absorber, sehingga pada ruang generator terjadi penunpukan solusi dan mengakibatkan solusi melewati saluran bypass menuju ruang Absorber dimana saluran bypass tersebut dipasang thermocouple untuk mendeteksi terjadinya kristalisasi pada exchanger, jika terjadi pengkristalan Lithium Bromida maka sistem harus dimatikan.

Penentuan besaran setting temperatur untuk dekrystalisasi ini disesuaikan dengan prosentase konsentrasi Lithium Bromida – Air, dalam penelitian ini menggunakan 50 % - 50 %. (Error! Reference source not found.) (Error! Reference source not found.)

Langkah Kesembilan :

Jika tidak terjadi Dekrystalisasi, maka langkah yang terakhir untuk memfungsikan mesin Absorption Chiller adalah memfungsikan Pompa Refrigerant dengan persyaratan tidak terjadi dekrystalisasi, sudah ada aliran di pipa jaringan Chiller dan bekerjanya pompa Refrigerant ini menunggu sekitar kurang lebih 10 menit dari berfungsinya pompa Solusi dengan tujuan agar cukup refrigerant yang tersedia di kondensor hasil dari kondensasi.

Dari tahapan – tahapan fungsi Mesin Absorption Chiller diatas dapat dibuat menjadi bahan untuk merancang sebuah program ladder.

3.3. Perancangan Diagram Ladder

Dari tahapan – tahapan kerja dari mesin Absorption Chiller diatas dapat kita kelompokkan menjadi beberapa bagian seperti pada blok diagram dibawah ini :



Gambar 3.1. Blok diagram Sistem Kontrol

o Bagian Input / Masukan :

- | | |
|----------------------------------|---------------|
| - Saklar On | Digital Input |
| - Saklar Off | Digital Input |
| - Saklar Cooling Tower Absorber | Digital Input |
| - Saklar Cooling Tower Kondensor | Digital Input |
| - Kondisi Flow Switch Chiller | Digital Input |
| - Saklar Reset Alarm | Digital Input |
| - Saklar Heater On | Digital Input |
| - 8 Sensor Temperatur | Analog Input |

o Bagian Output / Keluaran :

- Saklar On / Off Three Way Valve Digital Output
- Indikator Alarm Digital Output
- Sirine Digital Output
- On / Off Pompa Solusi Digital Output
- Indikator pompa Solusi Digital Output
- On / Off Pompa Refrigerant Digital Output
- Indikator Refrigerant Digital Output

o Bagian Proses

Bagian Proses adalah bagian yang sangat penting untuk berfungsinya sebuah mesin yang menggunakan PLC dengan diagram Ladder nya.

- Bagian On / Off Mesin :

1. Tombol Start / Stop

- Mesin On → Power On (R1) dan Tombol start di tekan (S1)
- Mesin Off → Tombol stop di tekan (S2) atau saklar sirine (R2)Aktif

Kondisi On di pertahankan selama tidak ada sinyal aktif dari tombol Stop (S2) ataupun dari saklar Sirine (R1), kondisi status yang demikian untuk PLC Omron dimiliki oleh instruksi KEEP ()

Tabel 3.1 Tabel kebenaran Start

R1	S1	Start
0	0	Off
0	1	Off
1	0	Off
1	1	On

Dari table kebenaran diatas fungsi **Start** adalah logika AND yaitu $R1.S1 = On$

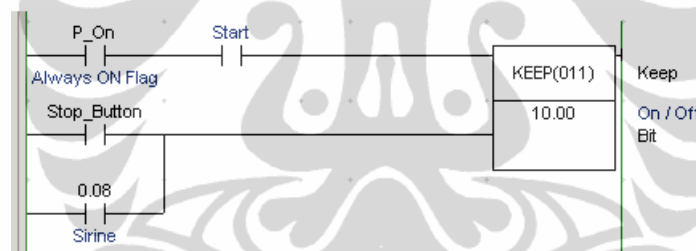
Tabel 3.2 Tabel Kebenaran Stop

R2	S2	Start
0	0	Off
0	1	On
1	0	On
1	1	On

Dari table kebenaran diatas fungsi *Stop* adalah logika OR yaitu $R2 + S2 = \text{On}$ yang didapat dari persamaan table 3.2 diatas dengan menggunakan hukum – hukum Aljabar Boolean seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned}\bar{A}B + A\bar{B} + AB &= (\bar{A}B + AB) + (A\bar{B} + AB) \\ &= B(\bar{A} + A) + A(\bar{B} + B) \\ &= B \cdot 1 + A \cdot 1 = A + B\end{aligned}$$

Dari kedua table kebenaran diatas dan di kombinasikan dengan instruksi KEEP maka dapat dibuat diagram Ladder nya seperti di bawah ini :



Gambar 3.2. Diagram Ladder On / Off

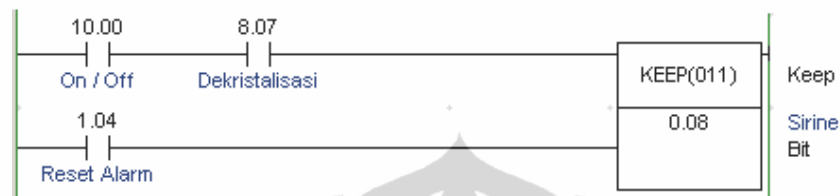
2. Alarm

- Alarm On → On / Off (R3) dan Temperatur Dekristalisasi (R4)
- Alarm Off → Tombol Riset Alarm di tekan (S3)

Tabel 3.3 Tabel benaran Alarm

R3	R4	Alarm
0	0	Off
0	1	Off
1	0	Off
1	1	Set

Lihat table 3.3 diatas, table kebenaran fungsi **Alarm** adalah logika And yaitu R3.R4 = SET sedangkan S3 berdiri sendiri dan tidak terpengaruh oleh masukan / relay lain untuk mengaktifkan RESET. Dari table kebenaran diatas dapat di kombinasikan dengan instruksi KEEP, maka dapat dibuat diagram Ladder nya lihat gambar 3.3 di bawah ini :

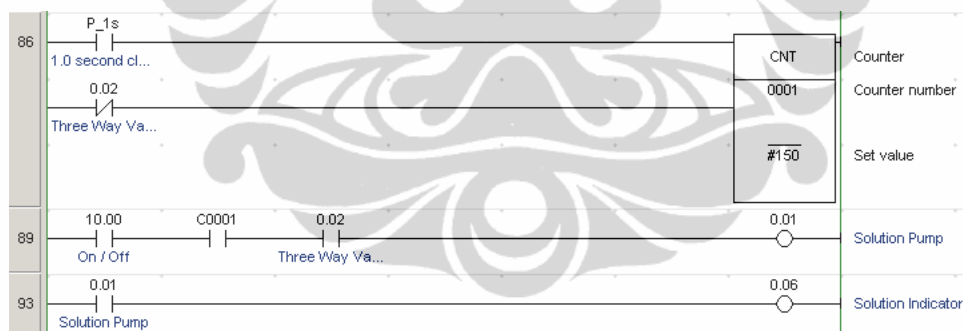


Gambar 3.3. Diagram Ladder Alarm

3. Pompa Solusi

- Pompa Solusi → Pompa Solusi On setelah Three Way Valve On 150 detik

Untuk diagram laddernya menggunakan instruksi Counter sesaat setelah Three Way Valve On, lihat gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4. Diagram Ladder Pompa Solusi

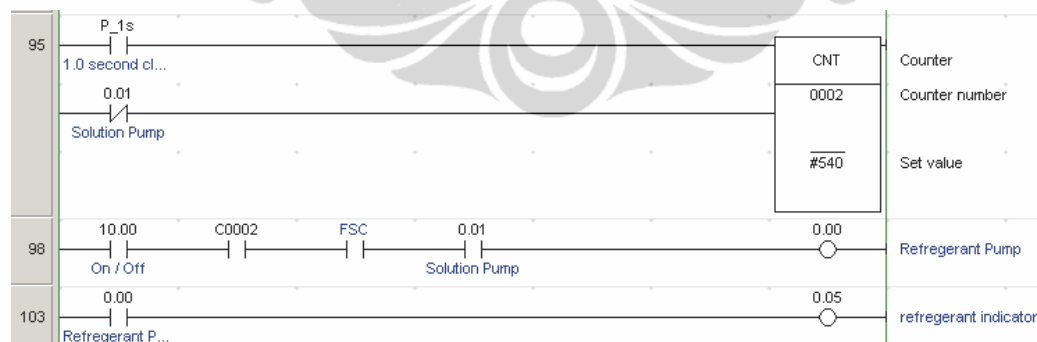
4. Pompa Refrigerant

- Pompa Refrigerant On → Relay On / Off (R3) dan delay 600 detik (C2) setelah Pompa Solusi (R4) On dan Flow Switch Chiller Aktif

Tabel 3.4 Tabel Kebenaran Pompa Refrigerant

R3	C2	R5	F1	Pompa Refrigerant
0	0	0	0	Off
0	0	0	1	Off
0	0	1	0	Off
0	0	1	1	Off
0	1	0	0	Off
0	1	0	1	Off
0	1	1	0	Off
0	1	1	1	Off
1	0	0	0	Off
1	0	0	1	Off
1	0	1	0	Off
1	0	1	1	Off
1	1	0	0	Off
1	1	0	1	Off
1	1	1	0	Off
1	1	1	1	On

Dari table kebenaran diatas fungsi Pompa Refrigerant adalah logika AND yaitu $R3.C2.R5.F1 = \text{On}$. Dari table kebenaran diatas dan di kombinasikan dengan instruksi CNT (Counter) maka dapat dibuat diagram Ladder nya lihat gambar 3.5 di bawah ini :

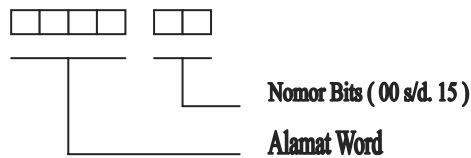


Gambar 3.5. Diagram Ladder Pompa Refrigerant

Dari uraian diatas, tahapan – tahapan diagram ladder secara lengkap dapat dilihat di lampiran

- **Addressing I/O Memory Areas** (Error! Reference source not found.) (Error! Reference source not found.)

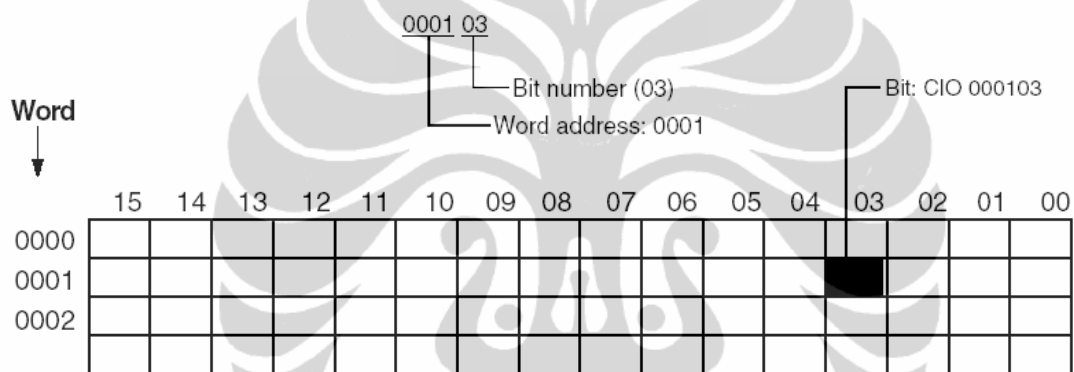
Bit Address :



Gambar 3.6. Alamat Data

Contoh :

Alamat bit 03 dalam Word 0001 di area CIO akan akan ditunjukkan seperti di bawah ini. Alamat ini sebagai "CIO 000103".



Gambar 3.7 Pemetaan Alamat Word

3.4. Peralatan PLC yang digunakan

PLC yang tersedia dan yang di gunakan dalam percobaan ini di Laboratorium Termodinamika dan Sistem Propulsi adalah tipe CS 1 G dengan jenis CPU 42 H merek Omron dengan spesifikasi teknis seperti Lihat gambar 3.6 dibawah ini :

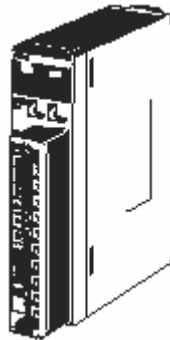


Gambar 3.8. PLC Omron CS1G_CPU42H

Spesifikasinya : (Error! Reference source not found.) (Error! Reference source not found.)

- I / O Channel : 960 bits
- Sistem :
 - o Program Memory : 10 Kwords
 - o Data Memory : 64 Kwords
- Bahasa Pemrograman : Ladder Diagram
- Internal I/O Area :
 - o 4,800 (300 words) : CIO 120000 to CIO 149915 (words CIO 1200 to CIO 1499)
 - o 37,504 (2,344 words) : CIO 380000 to CIO 614315 (words CIO 3800 to CIO 6143)
- Work Area :
 - o 8,192 bits (512 words) : W00000 to W51115 (words W000 to W511)
- Holding Area :
 - o 8,192 bits (512 words) : H00000 to H51115 (words H000 to H511)
 - o Holding bit digunakan untuk mengendalikan pelaksanaan program, dan mempertahankannya ON / OFF status ketika PLC dalam keadaan OFF atau mode operasi diubah.
- Timer Area : 4,096: T0000 to T4095 (used for timers only)
- Counter Area : 4,096: C0000 to C4095 (used for counters only)
- DM Area :
 - o 32K words: D00000 to D32767
 - o Digunakan sebagai area data yang bertujuan untuk membaca dan menulis data dalam satuan kata (16 bit). Kata-kata di Daerah DM mempertahankan status mereka ketika PLC dalam keadaan OFF atau mode operasi diubah

- Modul CS1W-PTS11 (Error! Reference source not found.)



Gambar 3.9. Modul CS1W-PTS11

Gambar diatas adalah salah satu analog I/O modul yang berfungsi untuk mengukur Temperatur menggunakan Thermocouple dengan spesifikasi seperti dibawah :

- Model : CS1W-PTS11
- Banyaknya I/O : 4 Input (untuk 4 Thermocouple)
- Tipe I/O : B, E, J, K, L, N, R, S, T, U, WRe5-26.
- Standard Accuracy : $\pm 0.05\%$ of F.S.
- Temperature coefficient : $\pm 0.01\%/^{\circ}\text{C}$
- Resolution : 1/64,000

- Modul CS1W-ID211 (Error! Reference source not found.)

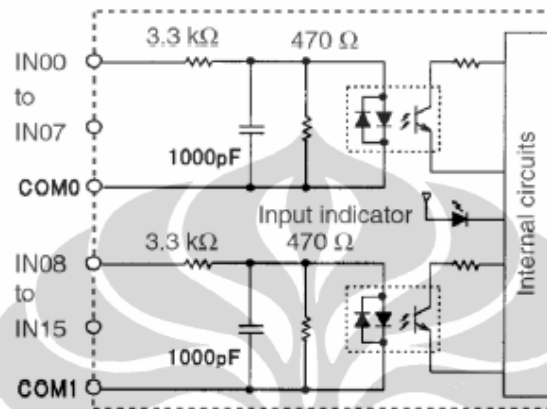


Gambar 3.10 Modul CS1W-ID211

Gambar diatas merupakan salah satu modul Digital Input yang berfungsi untuk menerima sinyal masukan dari luar PLC berupa sinyal Digital dengan spesifikasi seperti dibawah :

- Model : CS1W-ID211

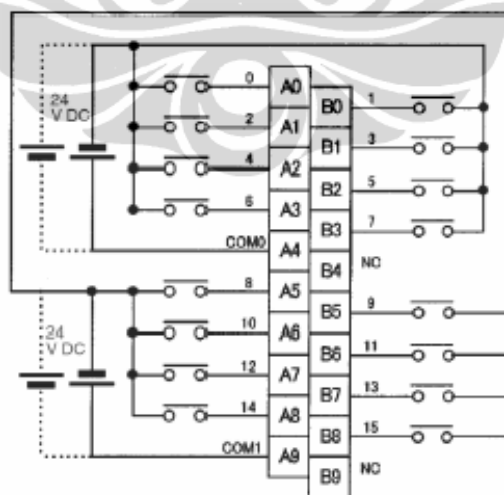
- Tegangan Masukan : 24 V DC
- Input : 16 Points
- Koneksi : Removable terminal block
- Arus Masukan : 7 mA
- Konfigurasi Rangkaian :



Gambar 3.11. Rangkaian Internal Digital Input

Lihat gambar 3.11. Rangkaian Internal Digital Input, diatas menerangkan rangkaian elektronik dari Modul CS1W-ID211 sebagai fungsi digital input

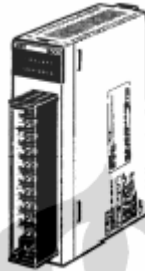
- Pengaturan Terminal :



Gambar 3.12. Konfigurasi Terminal Blok Digital Input

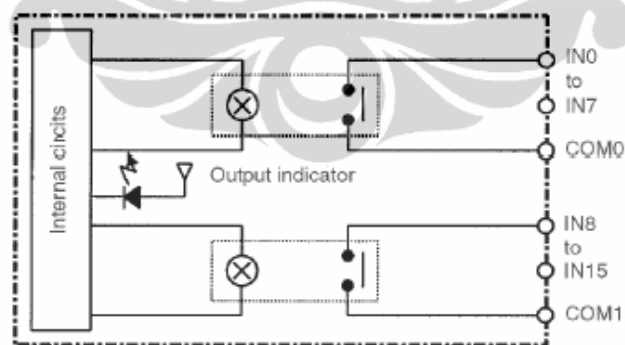
Lihat gambar 3.12. Konfigurasi Terminal Blok Digital Input diatas menerangkan aplikasi rangkaian dari Modul CS1W-ID211 sebagai fungsi digital input

- Modul CS1W-OC211 (Error! Reference source not found.)



Gambar 3.13 Modul CS1W-OC211

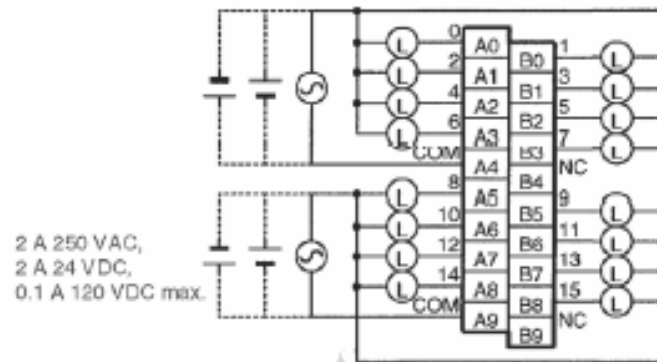
- Model : CS1W-OC211
- Kapasitas Switching Relay : 2 A, 250 VAC
- Output : 16 Points
- Koneksi : Removable terminal block
- Kapasitas Switching Transistor : 12 – 24 V DC, 0,5 A/pt; 8 A / unit Sinking
- Konfigurasi Rangkaian :



Gambar 3.14. Rangkaian Internal Digital Output

Lihat gambar 3.14. Rangkaian Internal Digital Output, diatas menerangkan rangkaian elektronik dari Modul CS1W-OC211 sebagai fungsi digital output

- Pengaturan Terminal :



Gambar 3.15. Konfigurasi Terminal Blok Digital Output

Lihat gambar 3.15. Konfigurasi Terminal Blok Digital Output diatas menerangkan aplikasi rangkaian dari Modul CS1W- OC211 sebagai fungsi digital output

BAB IV

PENGUKURAN TEMPERATUR DAN ANALISA DATA

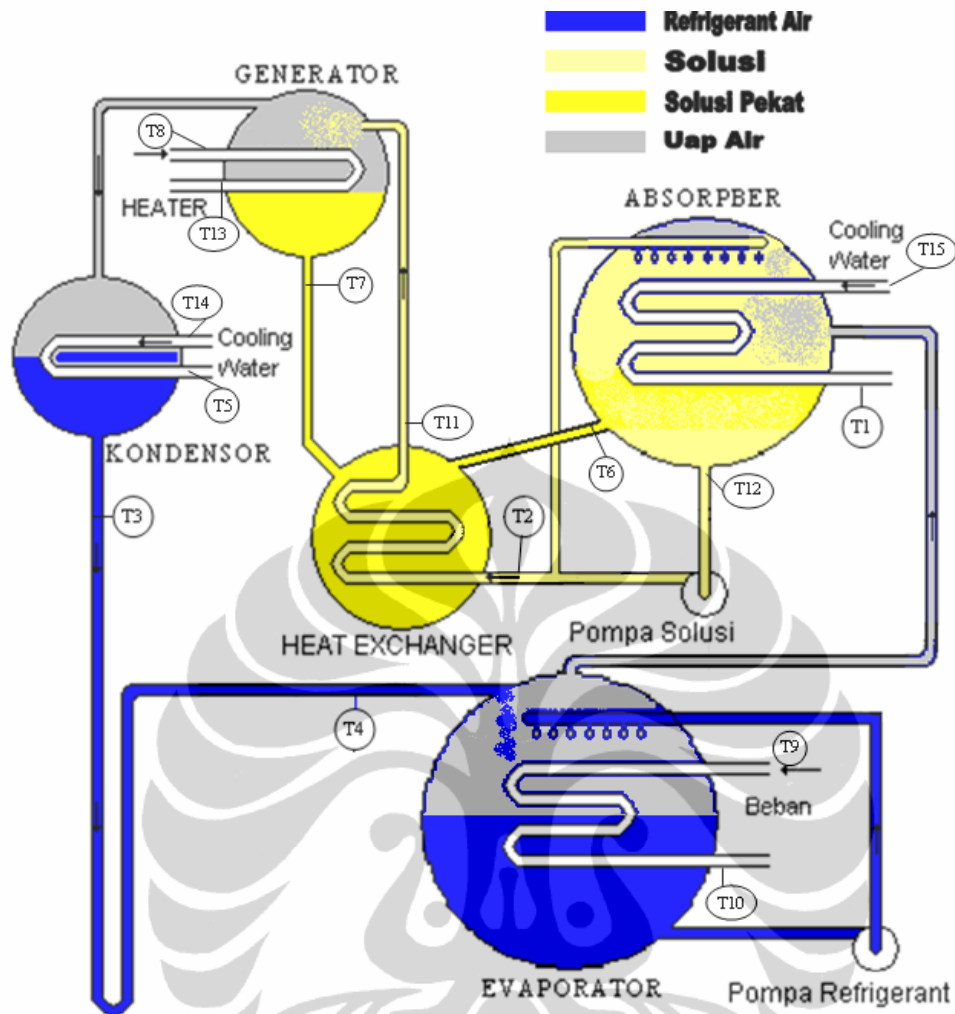
4. Hasil Pengukuran

Pada bab sebelumnya telah dibahas mengenai prinsip kerja dari mesin absorption chiller dan perancangan diagram ladder sebagai program yang berfungsi untuk mengontrol dan menjalankan mesin absorption chiller tersebut.

Pada Bab IV ini akan dibahas mengenai hasil pengukuran temperatur yang dilakukan selama pengujian di beberapa titik pengukuran dengan menggunakan thermocouple (lihat gambar 4.1. Mesin Absorption Chiller dan gambar 4.2. Blok Diagram Mesin Absorption Chiller), Pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Penukar Kalor dari Balai Termodinamika, Motor dan Sistem Propulsi di Kawasan Puspiptek Serpong.



Gambar 4.1. Mesin Absorption Chiller



Gambar 4.2. Blok Diagram Mesin Absorption Chiller

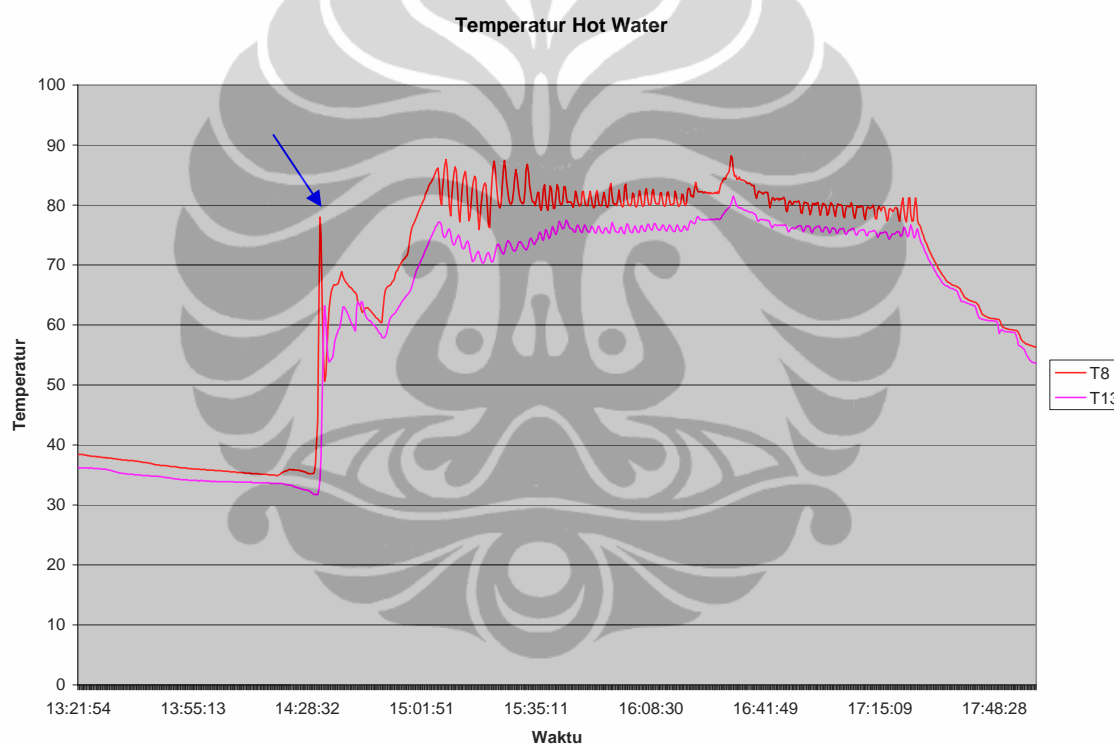
Keterangan titik – titik Pengukuran Temperatur :

- T1 : Temperatur Outlet Cooling Water di Absorber
- T2 : Temperatur Solusi Inlet HE
- T3 : Temperatur Refrigerant Out Kondensor
- T4 : Temperatur Refrigerant Inlet Evaporator
- T5 : Temperatur Outlet Cooling Water di Kondensor
- T6 : Temperatur Solusi Pekat Inlet Absorber
- T7 : Temperatur Solusi Pekat Outlet Generator
- T8 : Temperatur Inlet Hot Water
- T9 : Temperatur Inlet Chiller Water
- T10 : Temperatur Outlet Chiller Water
- T11 : Temperatur Solusi Out HE

- T12 : Temperatur Solusi Out Absorber
 T13 : Temperatur Outlet Hot Water
 T14 : Temperatur Cooling Water Inlet Kondensor
 T15 : Temperatur cooling Water Inlet Absorber

Dari titik – titik pengukuran diatas dapat dikelompokkan sesuai dengan letak pengukuran temperatur dan fungsinya untuk memudahkan dalam menganalisa bahwa mesin tersebut berfungsi. Lihat tabel hasil pengukuran pada lampiran

4.1. Pengukuran Temperatur Hot Water



Gambar 4.3. Grafik Temperatur Hot Water

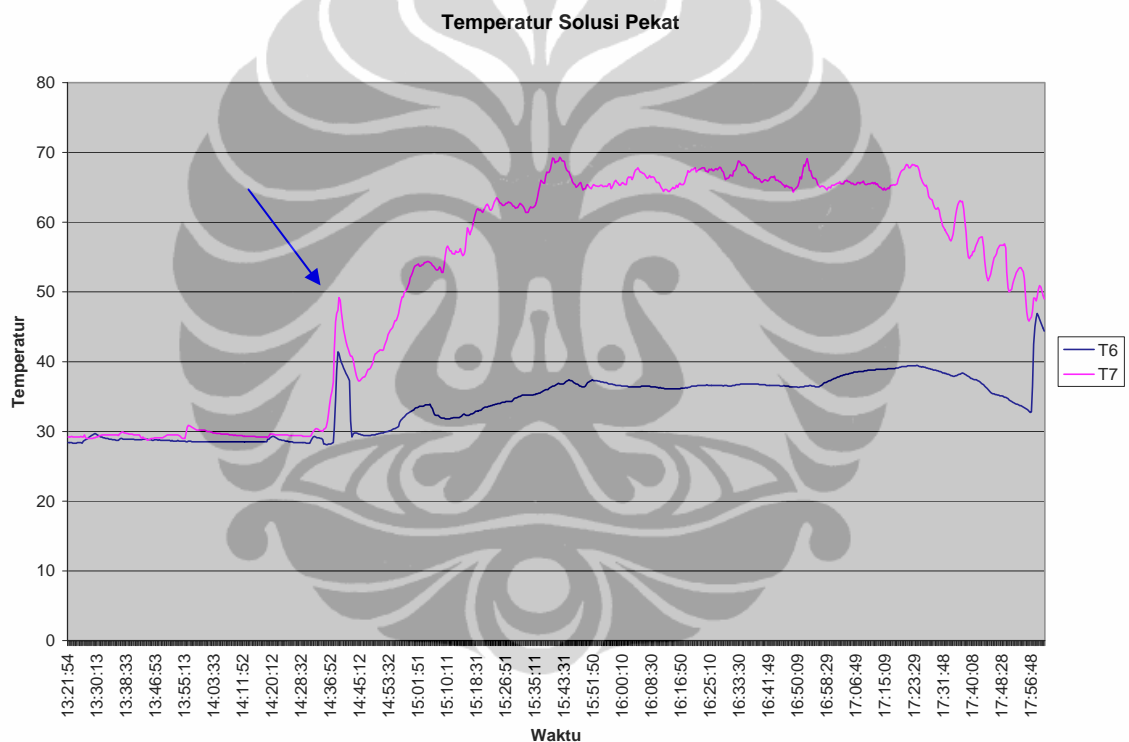
Lihat gambar 4.3. Grafik Temperatur Hot water diatas menggambarkan perubahan temperatur pada aliran inlet Hot water (warna merah) dan temperatur pada aliran outlet Hot waternya (warna Merah muda) menunjukkan adanya perubahan Temperatur (arah panah) pada ruang Generator yang berarti adanya perubahan posisi dari Three Way Valve yang semula menutup menjadi terbuka, sehingga Hot Water mengalir ke ruang Generator yang menyebabkan pertukaran kalor antara Solusi dengan Hot water yang menghasilkan Uap air yang kemudian

menuju ke ruang Kondensor. Dapat pula dikatakan bahwa perubahan posisi three way Valve yang sebelumnya posisi tertutup menjadi terbuka merupakan langkah awal bekerjanya sistem mesin Absorption Chiller ini

Bukti adanya pertukaran kalor antara Hot Water dan Solusi pada ruang generator dapat dilihat dari perbedaan temperatur pada *inlet* dan *outlet* Hot Water (gambar 4.3)

Dari gambar 4.3 Grafik Temperatur Hot Water diatas, menunjukkan Temperatur kerja efektif di generator adalah 75 °C sampai dengan 85 °C

4.2. Pengukuran Temperatur Solusi Pekat

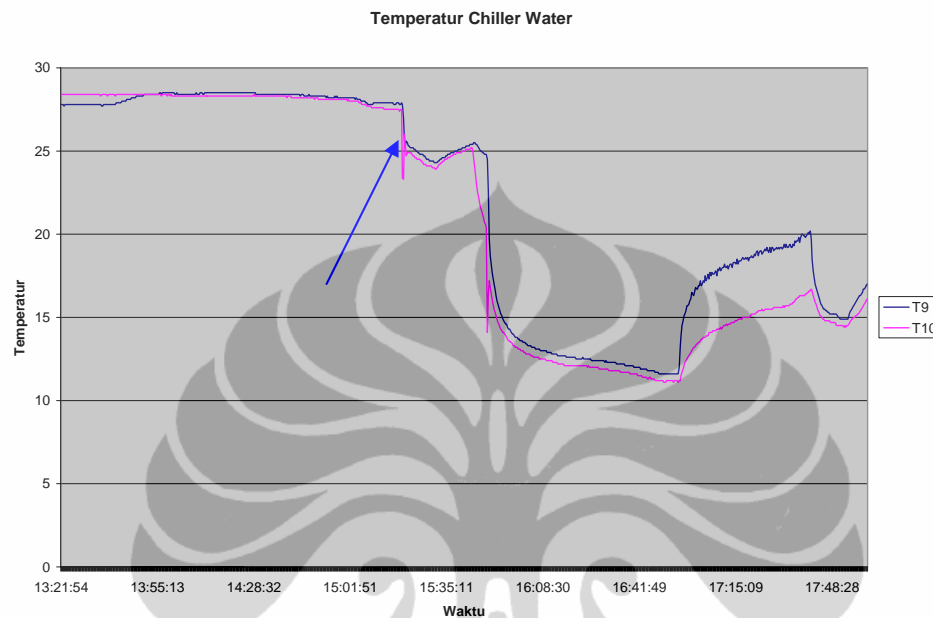


Gambar 4.4. Grafik Temperatur Solusi Pekat

Lihat gambar 4.4. Grafik Temperatur Solusi Pekat diatas menggambarkan perubahan temperatur pada aliran Outlet Generator (warna merah muda) dan temperatur pada aliran Inlet Absorber (warna biru) menunjukkan adanya pelepasan kalor oleh Solusi Pekat ke Solusi melalui Exchanger sehingga temperature solusi meningkat dan memudahkan proses penguapan di generator. Tanda panah menunjukkan awal berfungsinya pompa Solusi yang menyebabkan

lonjakan temperatur seperti yang di tunjukkan oleh tanda panah di gambar 4.4 Grafik Temperatur Solusi Peekat diatas.

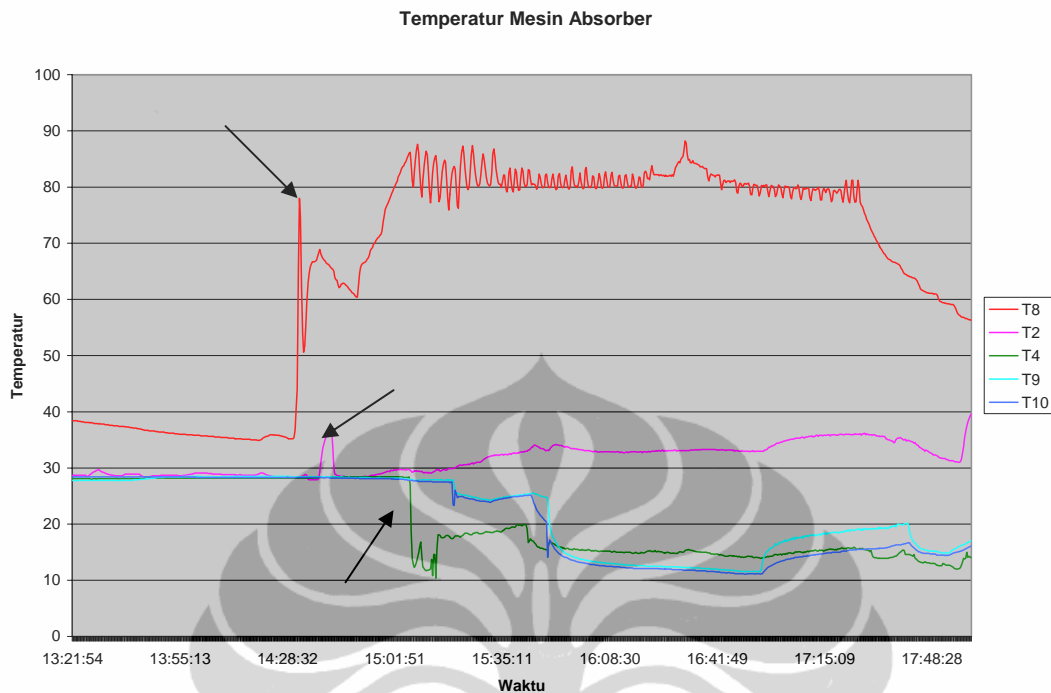
4.3. Pengukuran Temperatur chiller Water



Gambar 4.5. Grafik Temperatur Chiller Water

Lihat gambar 4.5. Grafik Temperatur Chiller Water diatas menggambarkan perubahan temperatur pada aliran inlet Chiller water (warna Biru) dan temperatur pada aliran outlet Chiller water (warna Merah Muda) menunjukkan Temperatur dapat tercapai hingga kisaran 11 °C yang berarti mesin absorsi ini dapat berfungsi sebagai pendingin (Chiller), tanda panah menunjukkan penurunan temperature yang tajam akibat mulai berfungsinya pompa Refrigerant seperti ditunjukkan oleh tanda panah.

4.4. Grafik Temperatur Kerja



Gambar 4.6. Grafik Temperatur kerja Mesin Absorber

Lihat gambar 4.6 Grafik Temperatur Kerja Mesin Absorption Chiller diatas menunjukkan tahapan – tahapan kerja mesin Absorption chiller yang dimulai dengan pembukaan Valve hot water kemudian dilanjutkan dengan berfungsinya pompa solusi kemudian disusul oleh bekerjanya pompa refrigerant yang semua tahapan – tahapan yang ditunjukkan oleh grafik temperatur diatas sesuai dengan tahapan instruksi yang ada pada diagram ladder.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- a. Model mesin pendingin *absorber* ini, *Lithium Bromida* sebagai *absorbent* sedangkan *Air* sebagai *Refrigerant* dan dapat digunakan sebagai *fluida kerja*
- b. Temperatur pada *Generator* berkisar antara 75 °C sampai dengan 85 °C dapat menghasilkan Temperatur pada *Evaporator* berkisar antara 10 °C sampai dengan 15 °C.
- c. Temperatur *Solusi* yang masuk *Generator* adalah berkisar 42 °C setelah di panaskan melalui *Exchanger*. sedangkan temperatur *Solusi Pekat* di *Generator* adalah berkisar 65 °C setelah dipanaskan oleh *Heater* (*Hot Water*) dan terjadi perubahan temperatur (ΔT) di *Hot Water* sebesar ± 5 °C.
- d. Perubahan Temperatur (ΔT) *Solusi* menjadi *Solusi Pekat* di *Generator* adalah ± 25 °C (dari 42 °C menjadi 65 °C) yang menunjukkan adanya penyerapan kalor oleh *Solusi* dari *Hot Water*.
- e. Perubahan temperatur (ΔT) pada *Water Colling Tower* di *Kondensor* sebesar ± 2 °C (dari 27 °C menjadi 29 °C) sedangkan, Perubahan temperatur (ΔT) pada *Water Colling Tower* di *Absorber* sebesar ± 5 °C (dari 26 °C menjadi 31 °C)
- f. Temperatur *Solusi Pekat* yang masuk ke *Absorber* (keluar *Exchanger*) sebesar ± 37 °C sedangkan temperatur yang keluar *Generator* (masuk *Exchanger*) sebesar ± 65 °C sehingga terjadi penurunan temperatur *Solusi Pekat* di *Exchanger* sebesar ± 28 °C yang menunjukkan adanya pelepasan kalor oleh *Solusi Pekat*.
- g. Temperatur *Solusi* yang keluar dari *Pompa Solusi* (masuk *Exchanger*) sebesar ± 33 °C sedangkan temperatur yang masuk *Generator* (keluar *Exchanger*) sebesar ± 42 °C sehingga terjadi kenaikan temperatur *Solusi*

di *Exchanger* sebesar ± 9 °C yang menunjukkan adanya penyerapan kalor oleh *Solusi*

- h. Dengan tercapainya temperatur di *Outlet Chiller Water* sebesar kisaran 11 °C membuktikan bahwa mesin pendingin *Absorber* dengan fluida kerja *Lithium Bromida – Air* berhasil berfungsi sebagai mesin Chiller (Pendingin).
- i. Dari tahapan – tahapan instruksi dalam bentuk diagram ladder yang diaplikasikan ke PLC dan dengan data – data hasil pengukuran selama penelitian menunjukkan kesesuaian instruksi yang tertuang dalam diagram ladder dengan data hasil pengukuran yang berupa data temperatur dalam bentuk tabel maupun grafik membuktikan bahwa diagram ladder tersebut sesuai / berfungsi dengan baik.
- j. Diharapkan dengan mempelajari dan memahami prinsip kerja Mesin Absorber serta dari hasil – hasil pengukuran temperatur yang diperoleh dari selama percobaan, dapat mengatasi permasalahan yang ada bila terjadi sesuatu yang tidak di inginkan
- k. Pengukuran parameter temperatur yang diperoleh merupakan suatu besaran yang dapat dipergunakan sebagai batasan kerja / fungsi alat yang diimplementasikan dalam bentuk program diagram ladder
- l. Tahapan dalam pembuatan suatu Program Ladder harus memperhatikan dan memahami prinsip kerja dari alat yang akan dikontrol / dikendalikan dengan menggunakan PLC

5.1 Saran

- a. Dari hasil pengujian didapat data pengukuran temperatur yang menunjukkan adanya kurang stabilan pengukuran, pada pengujian selanjutnya diharapkan dapat mengurangi noise.
- b. Sebelum mengoperasikan Mesin Absorber diharapkan mempelajari dan memahami terlebih dahulu prinsip kerja Mesin Absorber sehingga dapat mengatasi permasalahan yang ada bila terjadi sesuatu yang tidak di inginkan

- c. Untuk pengujian selanjutnya diharapkan dapat menghasilkan data dengan memperhatikan peletakan sensor temperatur yang tepat dan sesuai.
- d. Untuk mendapatkan data hasil pengujian yang lebih baik, sebaiknya dilakukan pengujian beberapa kali dan bervariasi.



DAFTAR PUSTAKA

1. *Basic Absorption Cycle*,
http://www.tpub.com/content/fc/14104/css/14104_199.htm
2. **Design and Construction of a Lithium Bromide Water Absorption Refrigerator**, *CLIMA 2000/Napoli 2001 World Congress – Napoli (I)*, 15-18 September
3. *Lithium Bromida*,
[http://www.chemicaland21.com/industrialchem/inorganic/LITHIUM BROMIDE.htm](http://www.chemicaland21.com/industrialchem/inorganic/LITHIUM%20BROMIDE.htm)
4. *Properties Of Water*, http://en.wikipedia.org/wiki/Properties_of_water
5. Air dan Sifat dari Air, [http://www.oasen.nl/oasen/Documents/Oasen](http://www.oasen.nl/oasen/Documents/Oasen%20in%20Indonesia/Water%20eigenschaften_ind.pdf) in Indonesia/Water eneigenschappen_ind.pdf
6. Equations describing the physical properties of moist air,
<http://www.conservationphysics.org/atmcalc/atmoelc2.pdf>
7. <http://www.sciencegeek.net/Chemistry/chempdfs/phasediagrams.pdf>
8. *PLC : Konsep, Pemrograman dan Aplikasi* (Omron CPM1A/CPM2A dan ZEN Programmable Relay) Karya Agfianto Eko Putra (c) 2004
9. **LISTRIK DAN ELEKTRONIKA**, *DIGRAM LADDER DAN ALJABAR BOOLEAN*, <http://ionozer.blogspot.com/2010/01/digram-ladder-dan-aljabar-boolean.html>
10. OMRON. C200HX/C200HG/C200HE, *Programmable Controllers, Operation Manual*, Revised February 2003
11. Rinaldi Munir Aljabar *Boolean*, *Bahan Kuliah*, IF2151 Matematika Diskrit
12. **Digital Collections**, *sistem_absorpsi-chapter4*, Petra Christian University Library -/jiunkpe/s1/mesn/2003/jiunkpe-ns-s1-2003-24499079-1863-sistem_absorpsi-hapter4.pdf

13. KAZUHIKO MURAKAMI - NOBORU KONDO, DENSITY AND CRYSTALLIZATION TEMPERATURE OF LITHIUM-BROMIDE AQUEOUS SOLUTION Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo Metropolitan University, 1-1, Minami-osawa, Hachioji, Tokyo 192-0397 JAPAN Vapour
14. Absorption Refrigeration Systems Based On Water- Lithium Bromide Pair, Version 1 ME, IIT Kharagpur 1
15. Omron Manual Operation
16. OMRON PLC – Based Process Control, Sysmac CS Series, Programmable Controllers
17. Omron. Programmable Controllers, Programming Manual *Revised June 2005*
18. OMRON, CS1 BASIC I/O MODULES

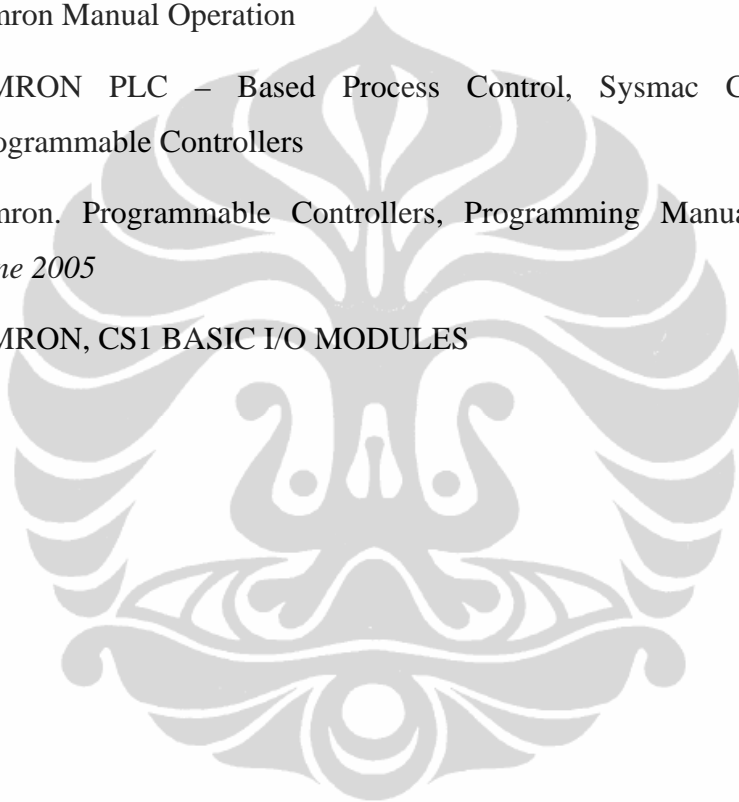


Diagram Alur ABSORPTION CHILLER BTMP

