

**PENGGUNAAN *DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM* SEBAGAI
PENGENDALIAN SUHU PADA MINIATUR PENGOLAHAN AIR
BERSIH LAYAK KONSUMSI**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**RIZKI ZEIN ACHMADI
NIM. 145060301111024**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Rizki Zein Achmadi
Tempat/Tanggal Lahir : Sidoarjo, 24 April 1996
Alamat Asal : Perum Griya Husada Blok D-9 No. 2, Lawang
Alamat di Malang : Jl. Kembang Kertas IV No.22, Malang
Riwayat Pendidikan :

1. TK : TK Thoriqussalam Sidoarjo
Tahun : 1999 - 2000
2. SD : SDN Sidokare 2 Sidoarjo
Tahun : 2002 - 2008
3. SMP : SMPN 5 Sidoarjo
Tahun : 2008 - 2011
4. SMA : SMAN 2 Sidoarjo
Tahun : 2011 - 2014
5. Perguruan Tinggi : Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya
Malang
Tahun : 2014 – 2018

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	: Tabel pengujian DCS.....	32
Tabel 4.2	: Tabel hasil uji <i>solenoid valve</i>	33
Tabel 4.3	: Nilai Perubahan Resistansi PT100	35
Tabel 4.4	: Hasil Pengujian PT100 dengan termometer	36
Tabel 4.5	: Tabel hasil uji Kandungan Bakteri	39



PENGANTAR

Bismillahirrohmannirrohim. Alhamdulillah, Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penggunaan *Distributed Control System* Sebagai Pengendalian Suhu Pada Miniatur Pengolahan Air Bersih Layak Konsumsi” dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada :

- Allah SWT yang telah memberikan kelancaran, kemudahan dan hidayah-Nya.
- Kedua orang tua dan kakak, adik. Serta keluarga besar yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta semangat yang dilakukan tanpa henti.
- Ibu Rachmadwati, S.T., M.T., PhD. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberikan saran, nasehat, kesabaran dan pelajaran.
- Bapak Ir. Purwanto, M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Kontrol Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Bapak Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., PhD., IPM. Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Ibu Ir. Nurussa’adah, M.T. selaku dosen penasihat akademik sekaligus Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Bapak Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya Malang.
- Seluruh dosen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membimbing dan memberi ilmu pada setiap mata kuliah.
- Erdiana Dwi Putri atas motivasi, semangat, perhatian, pengertian, bantuan dan kesabarannya disetiap perkuliahan sampai dengan penyelesaian skripsi ini.
- Teman seperjuangan skripsi, Andriyan Rizky dan Shaskia Vilard, untuk dukungan, ilmu, bantuan, saran, dan semangat untuk menyelesaikan skripsi.
- Teman kos Kembang Kertas terutama Nicho, Rio yang telah memberi bantuan dan memberikan semangat selamat perkuliahan.
- Teman kelas E teknik elektro Universitas Brawijaya terutama Aldi, Radhiq dan Canggih yang selalu menemani dan memberikan semangat.
- Keluarga besar Dioda 2014 yang telah memberi bantuan, dukungan, doa dan semangat dalam masa studi dan penyelesaian skripsi ini.
- Teman-teman konsentrasi Teknik Kontrol terutama Agung dan Dheri yang selalu memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian skripsi ini.
- Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyelesaian skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan karena kendala dan keterbatasan dalam pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu , penulis berharap saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.



Malang, 10 Juli 2018

Penulis



repository.ub.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN
PENGUNAAN *DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM* SEBAGAI
PENGENDALIAN SUHU PADA MINIATUR PENGOLAHAN AIR
BERSIH LAYAK KONSUMSI

SKRIPSI
TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



RIZKI ZEIN ACHMADI

NIM. 145060301111024

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 27 Juli 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dosen Pembimbing

Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. IPM
NIP. 19730520 200801 1 013

Rahmadwati, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19771102 200604 2 003



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

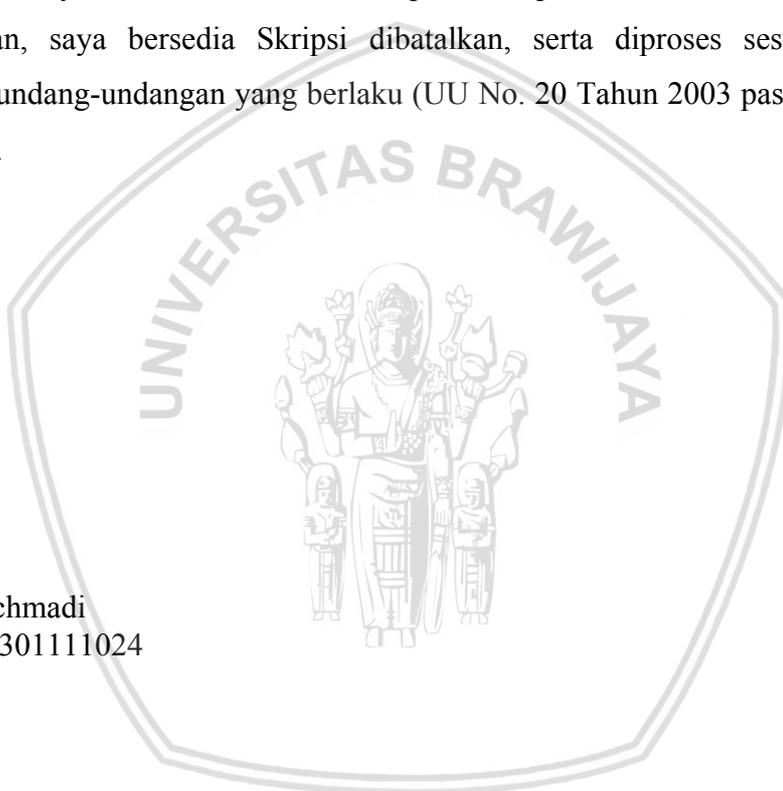
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003 pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang,

Mahasiswa,

Rizki Zein Achmadi
NIM. 145060301111024



RINGKASAN

Rizki Zein Achmadi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Penggunaan Distributed Control System Sebagai Pengendalian Suhu Pada Miniatur Pengolahan Air Bersih Layak Konsumsi*. Dosen Pembimbing : Rachmadwati.

Indonesia adalah negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya adalah perairan berupa lautan. Dengan begitu untuk mendapat air bersih dapat dilakukan dengan destilasi. Namun, karena tidak semua daerah di Indonesia adalah daerah pesisir yang dekat dengan laut, maka dalam memenuhi kebutuhan air diperlukan sebuah alat yang dapat mengolah air bersih. Proses pengolahan air sungai yang pertama adalah melakukan penyaringan dengan menggunakan filter membran untuk menyaring hingga didapatkan air yang jernih. Kemudian air dipanaskan untuk mematikan mikroorganisme yang masih terkandung. Karena dilakukan secara terus menerus maka diperlukan alat yang dapat melakukan pekerjaan tersebut. Salah satunya adalah *Distributed Control System* (DCS). DCS memiliki kelebihan yaitu dapat memonitor proses pengendalian suhu dengan memanfaatkan *graphic mode* berupa *Human Machine Interface* (HMI) dapat diamati setiap perubahan variabel. Dalam proses pengendaliannya yaitu sistem pengendalian suhu pada tangki pengolahan air dengan menggunakan DCS. Dengan tujuan untuk memperoleh air yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sistem pengendalian suhu pada penelitian ini menggunakan kontroler *on-off*. Dari hasil pengujian didapat sistem pengendalian suhu memiliki *settling time* sebesar 23 menit 45 detik dengan *error* sebesar 2,5%. Hasil kandungan bakteri *E.Coli* pada air 0 cfu/ml.

Kata kunci: *Distributed Control System* (DCS), kontroler *on-off*, suhu.

SUMMARY

Rizki Zein Achmadi, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, July 2018, *The Use Of Distributed Control System as Temperature Control in Miniature Water Treatment Worth Consumption*. Academic Supervisor: Rachmadwati.

Indonesia is an archipelago country with the most of its territory are surrounded by ocean. That is why to get clean water, it can be done by distillation. However, since not all regions in Indonesia are coastal areas that close to the sea, to fulfill the needs of water are required a tool to process clean water. The first step of processing river water into clean water is by filtering, which means that this process is using a membrane filter to obtain clear water. Then, the water is heated to kill the microorganisms inside it. Because of the process that must be done continuously, a tool that can do the job is needed. One of the examples is a Distributed Control System (DCS). Here, DCS has the advantage of being able to monitor the process of temperature control by utilizing graphic mode in the form of Human Machine Interface (HMI) which can be observed in every change of variable. The process of controlling is on the temperature control system in the water treatment tank by using DCS. The purpose of obtaining water that can be used in everyday life. The temperature control system in this study is using a controller on-off. From the test results, it is obtained that temperature control system has a settling time of 23 minutes 45 seconds with an error of 2,5%. Result of E.Coli bacteria content on water 0 cfu/ml.

Keywords: Distributed Control System (DCS), controller on-off, temperature.

JUDUL SKRIPSI :

PENGGUNAAN *DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM* SEBAGAI PENGENDALIAN SUHU PADA MINIATUR PENGOLAHAN AIR BERSIH LAYAK KONSUMSI

Nama Mahasiswa : Rizki Zein Achmadi
NIM : 145060301111024
Program Studi : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Kontrol

KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Rahmadwati, S.T., M.T., Ph.D.

TIM DOSEN PENGUJI :

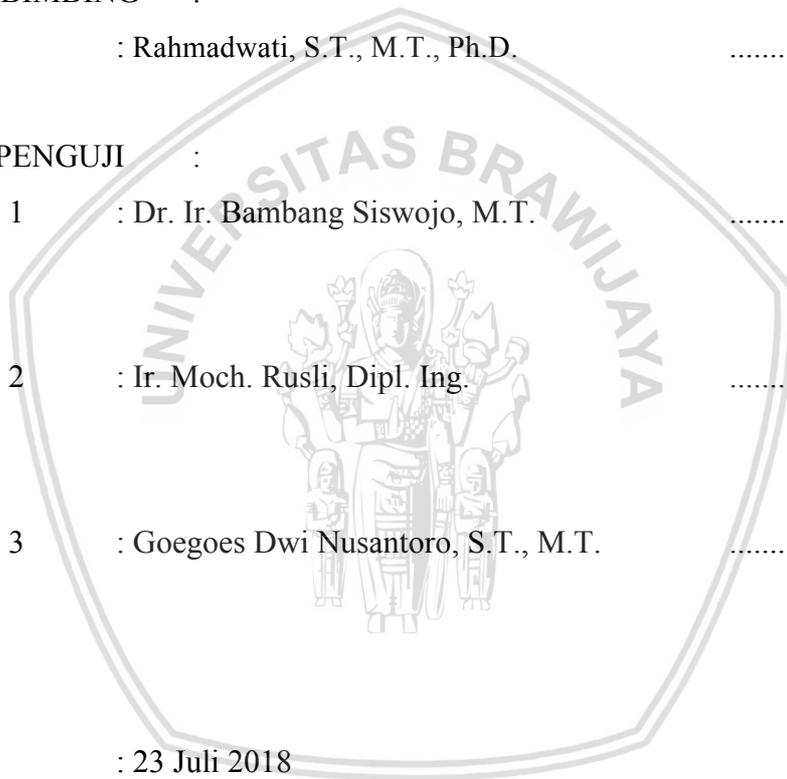
Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Bambang Siswojo, M.T.

Dosen Penguji 2 : Ir. Moch. Rusli, Dipl. Ing.

Dosen Penguji 3 : Goegoes Dwi Nusantoro, S.T., M.T.

Tanggal Ujian : 23 Juli 2018

SK Penguji : No. 1504 Tahun 2018



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Bagian-bagian jaringan DCS	6
Gambar 2.2	: PT100.....	9
Gambar 2.3	: <i>Transmitter</i>	10
Gambar 2.4	: Blok diagram sistem kendali otomatis.....	11
Gambar 2.5	: Filter.....	15
Gambar 3.1	: Diagram Blok Sistem.....	17
Gambar 3.2	: Spesifikasi Desain.....	18
Gambar 3.3	: Jendela “Create New Project”	19
Gambar 3.4	: <i>Flowchart Function Block</i>	20
Gambar 3.5	: <i>Function Block</i> sistem keseluruhan	21
Gambar 3.6	: <i>Flowchart</i> pembuatan <i>trend</i>	22
Gambar 3.7	: Saklar <i>Input Digital</i>	24
Gambar 3.8	: <i>Port Input Digital</i>	24
Gambar 3.9	: <i>Port Output Digital</i>	25
Gambar 3.10	: PT100.....	25
Gambar 3.11	: Blok Diagram <i>Programmable Transmitter</i>	26
Gambar 3.12	: Pengkabelan 2-wire	26
Gambar 3.13	: <i>Solenoid Valve</i>	27
Gambar 3.14	: Relay OMRON	28
Gambar 4.1	: Program pengujian DCS	32
Gambar 4.2	: Rangkaian uji <i>solenoid valve</i>	33
Gambar 4.3	: Rangkaian uji PT100	34
Gambar 4.4	: Grafik karakteristik PT100	35
Gambar 4.5	: Perbandingan PT100.....	36
Gambar 4.6	: Grafik Respon sistem pengendalian suhu air	38

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	i
RINGKASAN	ii
SUMMARY	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
PENGANTAR	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Distributed Control System</i> (DCS).....	5
2.1.1 Arsitektur DCS.....	6
2.1.2 Komponen Dasar DCS.....	7
2.2 Sensor Temperatur PT100	8
2.3 <i>Transmitter</i>	10
2.4 Kendali	10
2.5 Air Sungai	11
2.6 <i>Filtrasi</i>	13
2.7 Pemanasan Air	14
2.8 <i>Filter</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Perancangan Diagram Blok Sistem	17
3.2 Spesifikasi Desain	18
3.3 Perancangan Perangkat Lunak (<i>software</i>).....	19
3.3.1 Pembuatan <i>function Block</i>	19
3.3.2 <i>Function block</i> sistem secara keseluruhan	21
3.3.3 Pembuatan <i>Trend</i>	21
3.4 Perancangan Perangkat Keras (<i>hardware</i>).....	22
3.4.1 Yokogawa DCS Centum VP.....	22
3.4.2 Rangkaian Modul I/O DCS.....	23
3.4.3 PT100 <i>temperature sensor</i>	25
3.4.4 PR 5333 <i>Programmable Temperature Transmitter</i>	26
3.4.5 <i>Solenoid Valve</i>	27
3.4.6 <i>Relay</i> OMRON MY2N-J	27
3.4.7 Elektrik <i>heater</i>	28
3.4.8 <i>Filter</i>	28
3.5 Pengujian Alat.....	29
3.5.1 Pengujian Perangkat Keras	29
3.5.1.1 Pengujian DCS.....	29
3.5.1.2 Pengujian PT100 dan <i>transmitter</i>	29

3.5.1.3 Pengujian <i>Solenoid valve</i>	29
3.5.2 Pengujian Sistem Keseluruhan	29
3.6 Pengambilan Kesimpulan	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Pengujian <i>Distributed Control System</i>	31
4.2 Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	32
4.3 Pengujian Sensor PT100	34
4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem	37
4.5 Hasil Pengujian Air	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	45





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya adalah perairan berupa lautan yang lebih luas daripada wilayah daratannya. Setiap pulau dipisahkan oleh lautan antara satu pulau dengan pulau yang lainnya. Ketersediaan air laut dengan jumlah yang melimpah menjadi perhatian khusus dalam hal pemanfaatan air. Banyaknya kasus kekeringan yang melanda sejumlah daerah, pemanfaatan air lautpun menjadi prioritas utama.

Namun, tidak semua daerah di Indonesia adalah daerah pesisir yang dekat dengan laut, ada juga daerah yang jauh dari lautan. Di daerah yang jauh dari lautan seperti pegunungan dan desa terpencil di dataran rendah sering menemukan masalah yaitu, ketersediaan air yang dibutuhkan oleh warga sangat sulit ditemukan. Salah satu sumber air yang ada pada kawasan tersebut adalah danau, sungai dan sumber air yang berasal dari pegunungan.

Ada dua jenis air tawar yang dapat digunakan yaitu, air permukaan dan air tanah. Sumber air dari danau, sungai, dan sumber air dari pegunungan merupakan jenis air permukaan. Jika dilihat dari sumber airnya, air tersebut tidak dapat dikonsumsi karena terdapat beberapa bahan kimia dan mikroorganisme yang berbahaya bagi tubuh. Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar bahan-bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Air hujan biasanya bersifat asam, dengan nilai pH sekitar 4,2. Hal ini disebabkan air hujan melarutkan gas - gas yang terdapat di atmosfer, misalnya gas Karbondioksida (CO_2), Sulfur (S), dan Nitrogen oksida (NO_2) yang dapat membentuk asam lemah (Novotny dan Olem, 1994).

Oleh karena itu, pengolahan air dibutuhkan untuk dapat menggunakan air permukaan sebagai air bersih dan berbagai kebutuhan lainnya. Sebelum dapat digunakan sebagai air bersih, ada salah satu persyaratan yaitu, persyaratan mikrobiologi dan yang perlu diperhatikan adalah keberadaan bakteri coliform di dalam air yang diperbolehkan kadar maksimum 0 per 100 ml untuk air minum dan 10 per 100 ml untuk air bersih. Organisasi kesehatan dunia (WHO) telah menetapkan kebutuhan air per orang per hari untuk kebutuhan hidup sehat adalah 60 liter. Dengan kebutuhan tersebut mencakup kuantitas, kualitas dan kontinuitas.(Prमितasari, 2007). Diperlukan proses pengolahan air agar air



dapat dihilangkan kandungan kimia dan mikroorganismenya, sehingga dapat aman digunakan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya.

Dalam pengolahan air hingga menjadi bersih dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu, pertama dengan penyaringan menggunakan beberapa komponen, kedua dengan menggunakan bahan kimia, dan yang ketiga dengan menggunakan pemanasan. Proses pengolahan air minum dengan menggunakan air permukaan (misalkan sungai) adalah proses pengolahan lengkap (Razif, 1985). Ketiga metode ini sering disebut pengolahan air dengan sistem fisika, kimia, dan biologi.

Banyak industri yang menggunakan sistem pengolahan air dengan cara kimia baik industri kecil sampai industri besar misalkan saja untuk pembangkit listrik. Namun, kandungan kimia yang dicampurkan masih dalam batas toleransi sehingga tidak menimbulkan efek berbahaya bagi tubuh.

Pada penelitian sebelumnya (A. Nugraha, 2016) menggunakan *plant* tangki *heater* dengan kapasitas 1,8 Liter, daya listrik 190 Watt, dan suhu 50°C menghasilkan *setting time* sebesar 7 menit 21 detik serta menggunakan air bersih. Salah satu sistem pengolahan air hingga bersih dan dapat digunakan sehari-hari dengan cara biologi yaitu pemanasan air. Cara ini adalah cara yang sederhana untuk menjadikan air dapat digunakan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Sebelum air dipanaskan, air yang berasal dari sungai akan disedot dengan pompa dan difilter untuk mengurangi kandungan yang terdapat pada air. Pada saat air sudah melewati proses *filtering*, air akan menjadi lebih jernih namun kandungan mikroorganismenya masih ada.

Setelah itu air disimpan dalam tempat penyimpanan (*tank*) untuk kemudian dipompa kembali ke dalam wadah untuk dilakukan pemanasan (*boiler*). Dalam melakukan pemanasan ini digunakan alat bernama *heater* (pemanas). Temperatur pada pemanasan ini diatur pada temperatur 100°C. Bakteri *E. Coli* termasuk bakteri mesofil yang hidup baik di antara 5°C dan 60°C (Dwidjoseputro, 1994). Pada temperatur tersebut adalah berguna untuk membunuh mikroorganisme yang ada pada air hasil filtrasi. Temperatur ini harus tetap dijaga konstan agar tidak mengurangi kuantitas air dan air menjadi keruh.

Sebuah teknologi menjadikan seseorang dengan mudah melakukan suatu pekerjaan yang awalnya dikerjakan secara manual sekarang dapat dikerjakan secara otomatis. Proses pemanasan pada pengolahan air merupakan proses yang membutuhkan media yang besar serta membutuhkan daya tahan alat yang tinggi dalam menjalankan setiap prosesnya. Teknologi *Distributed Control System* (DCS) merupakan pilihan yang tepat dalam penggunaan skala besar termasuk pada industri. *Distributed Control System* (DCS)

memiliki keunggulan dalam hal respon kontrol. Membandingkan dengan *Programmable Logic Controller* (PLC), serial komunikasi *input* dan *output* yang dimiliki DCS lebih banyak, dapat di *monitoring* secara *real time*, dapat mengontrol lebih dari satu *variable*, dan dapat bekerja secara terus menerus. *Distributed Control System* (DCS) merupakan salah satu pengembangan teknologi pengontrolan yang mampu mengendalikan *plant* skala besar yang dibutuhkan pada saat pemanasan air dalam proses pengolahan air hingga menjadi bersih yang kemudian akan dapat digunakan dalam kebutuhan sehari-hari. Oleh karena itu pada penelitian penggunaan *Distributed Control System* sebagai pengendalian suhu pada miniatur pengolahan air ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi pengolahan air bersih yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan alat pengendalian suhu pemanasan pada pengolahan air
2. Bagaimana proses kontrol DCS Yokogawa Centum VP dengan menggunakan variabel suhu pada tangki
3. Bagaimana hasil pengujian air dari alat penggunaan *Distributed Control System* sebagai pengendalian suhu pada miniatur pengolahan air yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari

1.3 Batasan Masalah

Sebagai acuan pada rumusan masalah yang telah dibuat, maka hal-hal yang berkaitan dengan perancangan akan diberi batasan sebagai berikut:

- 1) Sistem pemanasan yang digunakan adalah miniatur yang digunakan untuk penelitian dibuat dengan desain sendiri.
- 2) Hanya membahas pengendalian pada proses pemanasan dan tidak mengendalikan level.
- 3) Tidak membahas kualitas dan kuantitas air.
- 4) Tidak membahas reaksi kimia maupun unsur kimia atau fisika yang terkandung.
- 5) Tidak membahas mikroorganisme secara mendetail.
- 6) Sensor yang digunakan adalah PT100.
- 7) Aktuator yang digunakan adalah *valve*.
- 8) Proses yang diamati adalah perubahan suhu.
- 9) Perubahan suhu yang digunakan sebesar 100°C.

1.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam skripsi akan dibuat ini adalah sistem pengendali suhu pada proses pemanasan pada pengolahan air untuk membantu proses pengolahan air dengan pengontrolan suhu agar diperoleh air yang bebas bakteri.

1.5 Manfaat

Manfaat dari pembuatan skripsi ini adalah supaya diperoleh air yang bebas bakteri.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Agar penjelasan mengenai sistem yang akan dibuat lebih mudah dipahami. Maka akan dibagi menjadi beberapa subjek bahasan yang meliputi :

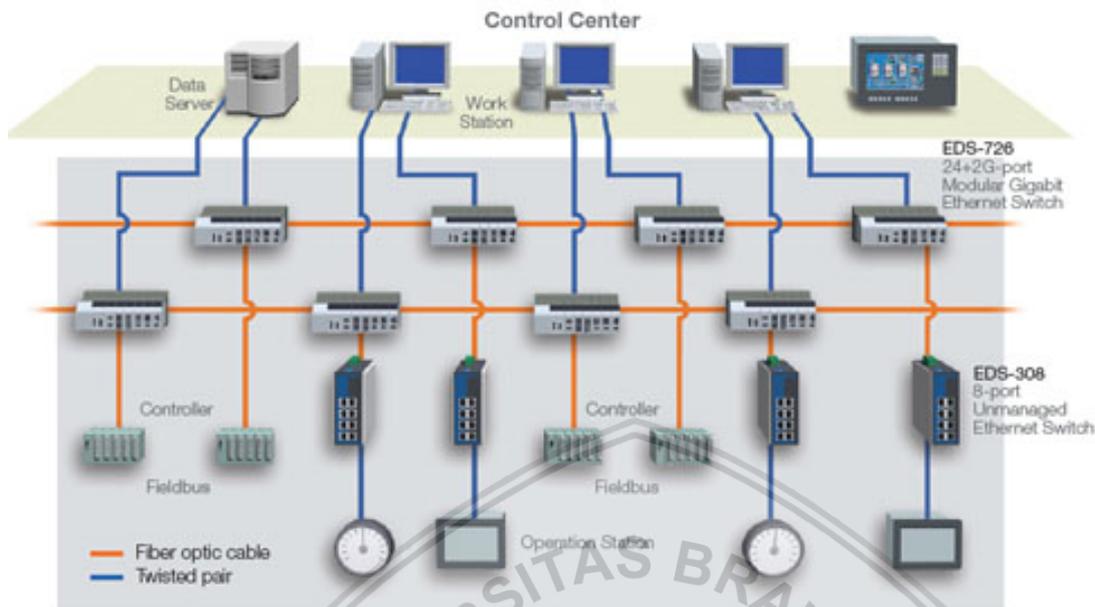
2.1 *Distributed Control System (DCS)*

Distributed Control System (DCS) merupakan pengembangan suatu sistem kontrol dengan menggunakan komputer dan alat elektronik lainnya agar didapatkan suatu pengontrolan yang terdiri dari satu atau lebih dari satu loop sistem yang terpadu dan dapat dilakukan oleh semua orang dengan mudah dan cepat. Alat ini sering digunakan dalam proses pengontrolan skala menengah sampai besar dalam suatu industri.

DCS adalah suatu sistem yang digunakan untuk suatu proses kontrol atau kendali yang berorientasi *continuous* proses seperti yang digunakan dalam suatu industri seperti industri semen, industri makanan atau minuman, pabrik kimia, pembangkit listrik, dan industri skala menengah sampai besar lainnya. Didalam jaringan DCS terdapat bagian-bagian yang memiliki fungsi yang berbeda-beda misalnya, *control center*, *work station*, *data server*, *fieldbus* dan *operation station*.

DCS akan terhubung dengan *field instrument* dan sensor-sensor dengan menggunakan *setpoint* pengontrolan. Salah satu contoh pengontrolan dengan menggunakan *setpoint* adalah mengatur *pressure* atau tekanan dengan sistem integrasi antara konfigurator kendali, HMI dan juga konfigurator lainnya, sehingga akan terlihat terpisah-pisah tetapi merupakan satu kesatuan yang masuk dalam konfigurasi sistem kontrol. Setiap DCS pada umumnya terdiri dari satu sistem *office station* yang berdiri sendiri, sehingga semua fitur dari kendali dapat diproses dan diakses semaksimal mungkin.

Bagian-bagian dari jaringan DCS secara umum ditampilkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Bagian-bagian jaringan DCS

Sumber : Yokogawa (2009)

2.1.1 Arsitektur DCS

Human Machine Interface (HMI)

Pada unit HMI ini digunakan untuk memonitor dan mengoperasikan suatu proses termasuk untuk menampilkan proses *variable*, *alarm* dan parameter kontrol yang diperlukan oleh pengguna untuk dapat mengetahui kondisi operasi dan juga status dalam *plant*.

Process Connection Devices

Process Connection Devices atau FCS (*Field Control Station*) berfungsi untuk peralatan *controller* (*control station & monitoring station*) yang biasanya terdiri dari beberapa modul CPU (*Processor*), *I/O Module*, *Power Supply*, *Communication Module*, dll.

Data Communication Facilities

Data Communication Facilities digunakan untuk media komunikasi data yang berlangsung secara *real time* antar *station-station* yang terhubung pada *communication bus* (*data highway*), terutama diantara *control station*, *monitoring station* dengan *operator station*.

Secara garis besar operasi pengendalian dengan menggunakan DCS adalah menggunakan *variable-variable* proses yang didapat di lapangan yang diukur secara analog kemudian dikirim ke suatu stasiun kontrol lapangan. Pada saat di stasiun kontrol *variable* terukur yang sinyalnya masih analog (4-20 mA/ 1-5Vdc) kemudian diubah menjadi sinyal digital yang selanjutnya akan diolah bersama-sama *setpoint* yang diberikan oleh suatu algoritma program pengendali tertentu.

Algoritma akan bertindak sebagai kendali dari sistem. Hasil dari perhitungan adalah sinyal digital yang dimanipulasi oleh sistem yang selanjutnya dikirim ke lapangan untuk dapat menggerakkan aktuator guna melaksanakan perubahan yang diperlukan pada *variable* proses. *Variable* hasil dari manipulasi yang dihasilkan kendali sebelum dikirim ke lapangan diubah terlebih dahulu menjadi sinyal analog dan dikondisikan sehingga sesuai dengan peralatan aktuator yang akan digunakan.

DCS juga memiliki kelebihan yaitu :

- Fungsi kontrol terdistribusi.
- Informasi variabel proses dapat ditampilkan sesuai dengan keinginan *user*.
- *Maintenance* dan *troubleshooting* menjadi lebih mudah.

2.1.2 Komponen dasar DCS

a) *Operator Station*

Operator Station adalah tempat *user* melakukan pengawasan atau proses *monitoring* yang sedang berjalan. *Operator Station* digunakan sebagai *interface* dari keseluruhan sistem yang terdiri dari kumpulan beberapa HIS atau sering disebut dengan *Human Interface Station*. Bentuk dari HIS adalah computer biasa yang dapat mengambil data dari *control station*. Didalam *Operator Station* dapat memunculkan *variable* proses, alarm, dan parameter kontrol yang biasanya digunakan *user* untuk dapat mengambil status operasi. Didalam *Operator Station* digunakan untuk menampilkan *messages*, *trend data* dan juga data proses.

b) *History Module*

Jika di computer, alat ini adalah mirip dengan *hard disk*. Digunakan untuk menyimpan konfigurasi dari DCS dan juga konfigurasi semua titik di suatu industri. Alat ini juga dapat digunakan untuk menyimpan *file-file* grafik yang dapat ditampilkan di konsol dan mampu menyimpan data operasional sistem.

c) *Data Historian*

Berupa perangkat lunak untuk dapat menyimpan *variable* proses, *setpoint* dan nilai keluaran. Perangkat ini memiliki kemampuan laju *scan* yang tinggi dibandingkan dengan *history module*.

d) *I/O Module*

Berfungsi untuk menangani *input* dan *output* dan mengubah sinyal digital ke sinyal analog dan sebaliknya. Modul *input* mendapatkan nilai yang diperoleh dari *transmitter* dan memberikan nilai proses kepada FCU untuk diproses. Sedangkan FCU kemudian mengirimkan *manipulated value* kepada modul *output* untuk dapat dikirim ke aktuator. Pada tiap *field instrument* psati memiliki pengalamatan dan juga memiliki penamaan di *I/O module*.

e) *Control Module*

Merupakan bagian terpenting dari sebuah DCS. *Control module* adalah pusat kontrol dari seluruh pengendalian proses. *Control module* melakukan proses komputasi algoritma dan kemudian menjalankan ekspresi logika. Pada umumnya sebuah *control module* berbentuk *blackbox* yang terdapat pada panel yang biasanya juga dapat ditemukan di dalam *control room*.

Fungsi dari *control module* sendiri adalah untuk mengambil input *variable* yang akan dikontrol. Nilai dari variabel tersebut akan dikalkulasi. Hasil dari kalkulasi ini kemudian akan dibandingkan dengan *setpoint* yang sudah ditentukan. Jika hasil dari kalkulasi berbeda dengan *setpoint* yang ditentukan, maka nilai tersebut harus dimanipulasi sehingga dapat mencapai *setpoint* yang ditentukan. Hasil dari nilai yang dimanipulasi akan dikirim ke modul *input* atau *output* yang kemudian akan diteruskan ke aktuator.

2.2 Sensor Temperatur PT100

Sensor termperatur adalah suatu komponen yang digunakan untuk mengubah besaran panas menjadi besaran listrik dapat mendeteksi perubahan temperatur atau suhu pada suatu obyek tertentu. Sensor temperatur atau suhu dapat melakukan pengukuran terhadap sejumlah energi panas/dingin yang dihasilkan oleh suatu benda sehingga kita dapat mendeteksi atau mengetahui perubahan temperatur atau suhu tersebut dalam bentuk output digital maupun analog. Salah satu dari contoh *tranduser* adalah sensor temperatur atau suhu ini.

Resistance Thermal Detector (RTD) merupakan sebuah alat yang dapat digunakan untuk menentukan besaran atau nilai dari temperatur atau suhu dengan menggunakan elemen sensitif dari kawat latina, tembaga, atau nikel murni yang dapat memberikan nilai

tahanan yang terbatas untuk masing-masing temperatur atau suhu dalam kisaran tertentu. Jika semakin panas benda tersebut maka semakin besar nilai tahanan listriknya dan sebaliknya. Didalam suatu industri, PT100 merupakan salah satu tipe RTD yang paling populer digunakan.

Resistance Thermal Detector (RTD) adalah sensor pasif, karena sensor ini membutuhkan suatu energi yang berasal dari luar. Pada umumnya elemen yang digunakan pada tahanan resistansi adalah kawat nikel, platina murni, dan tembaga yang dipasang pada sebuah tabung untuk memproteksi dari kerusakan mekanis. *Resistance Thermal Detector* (PT100) digunakan pada kisaran suhu -50°C sampai dengan 200°C .

Berikut adalah bentuk dari PT100 yang dapat dilihat dalam Gambar 2.2



Gambar 2.2 PT100

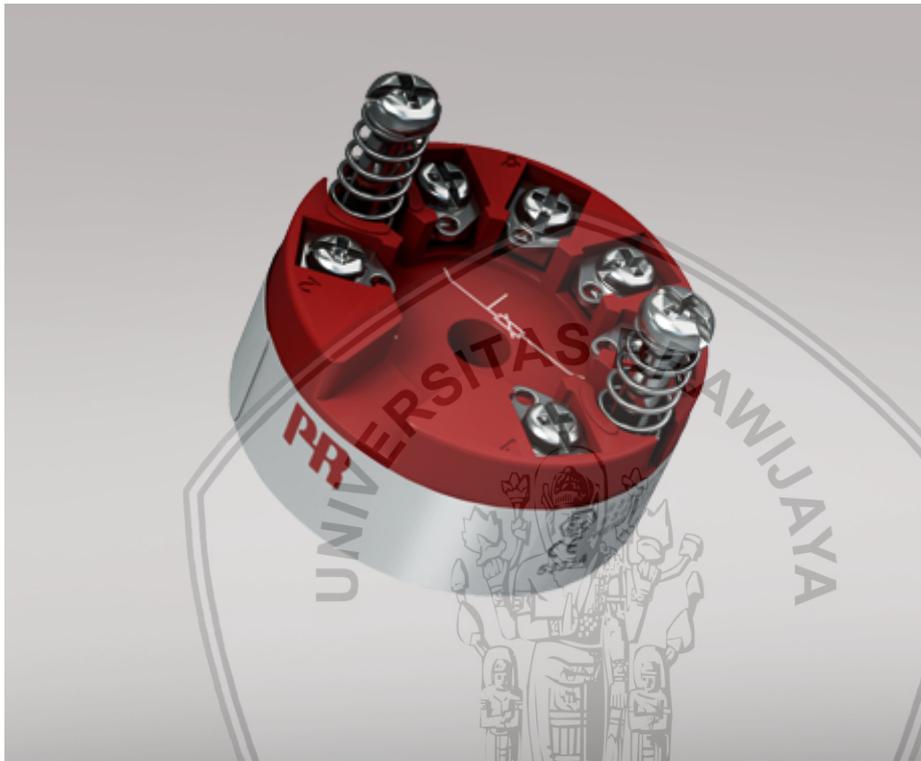
Sumber : www.pce-instrumen.com

2.3 Transmitter

Transmitter berfungsi untuk mengubah suara menjadi sinyal listrik yang dikirimkan melalui saluran kabel telepon. Jenis pemancar yang digunakan adalah pemancar listrik (*electric transmitter*) dan pemancar karbon (*carbon transmitter*). *Electric transmitter* mengirimkan signal dari pengukur/sensor ke suatu sistem kontrol monitoring (Sunarto, 2006).

Dalam penelitian ini, penggunaan *transmitter* dengan cara menghubungkan dengan sensor temperatur. Menjadikannya alat yang berfungsi untuk mengirimkan sinyal pengukuran dari alat ukur temperatur ke suatu sistem kontrol monitoring.

Penggunaan sensor PT100 membutuhkan *transmitter* untuk penyambungan antara sensor dengan DCS. *Transmitter* yang digunakan adalah *transmitter* 5333A-2198-US. *Range* arus dari *transmitter* dapat diatur untuk penggunaan batas bawah dan batas atas sebagai titik minimum dan titik maksimum. Pada penggunaan *transmitter* digunakan titik minimum di *setting* -50 dan titik maksimum berada pada 150. Bentuk *transmitter* 5333A dapat dilihat dalam Gambar 2.3



Gambar 2.3 Temperature transmitter

Sumber : www.prelectronics.com

2.4 Kendali (*Controller*)

Kendali (*controller*) merupakan penambahan suatu sistem yang disengaja untuk mendapatkan karakteristik sistem keseluruhan yang diinginkan (Ogata K., 2010). Kendali (*controller*) memiliki fungsi secara umum adalah sebagai berikut:

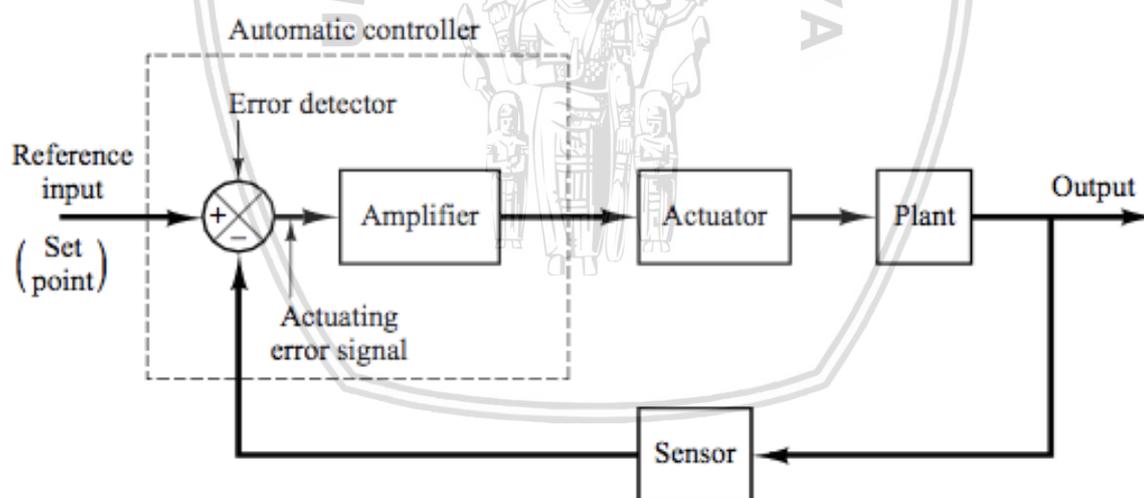
- Menghasilkan sinyal kontrol (mengurangi *error* menjadi nilai nol atau nilai yang kecil).
- Membandingkan nilai *input* dan *output* sistem secara keseluruhan (*plant*).
- Menentukan penyimpangan (*error*).

Adapun juga kendali dengan tujuan khusus adalah sebagai berikut:

- Meminimumkan *setting time*.
- Mencapai spesifikasi transien yang lain, misalkan saja meminimumkan *maximum overshoot*.

- Meminimumkan *error steady state*.

Sistem loop tertutup (Gambar 2.4) dengan menggunakan sinyal *output* yang diumpanbalikkan terhadap kendali otomatis (*automatic controller*) (Ogata, K., 2010), yang akan membuat perubahan terhadap sistem agar didapatkan *output* sistem seperti yang diinginkan atau sesuai dengan *set point*. Elemen yang langsung mengadakan kontak dengan objek yang diukur adalah sensor atau transduser. Transduser digunakan untuk mengubah besaran fisis yang diukur menjadi besaran fisis lainnya, contohnya seperti mengubah besaran tekanan, temperatur, aliran, posisi menjadi besaran listrik. Sinyal kesalahan (*error*) yang merupakan selisih antara sinyal *set point* dan sinyal *output* disebut *actuating error*. Aktuator (*actuator*) berguna untuk mengendalikan aliran energi ke sistem yang dikendalikan. Sebagai contohnya adalah pompa, motor listrik, katup pengontrol dan sebagainya. *Amplifier* sebagai unit yang dibutuhkan karena daya dari *error detector* tidak cukup kuat untuk menggerakkan elemen *output*. Karena fungsi pengendalian adalah untuk mengendalikan *output* agar kesalahan (*error*) mendekati nilai nol, maka diperlukan penguat daya (*power amplifier*).



Gambar 2.4 Blok diagram sistem kendali otomatis

Sumber : Ogata (2010)

2.5 Air sungai

Sungai adalah salah satu contoh jenis air permukaan. Sungai merupakan tempat dan wadah serta jaringan pengaliran air yang bermula dari mata air sampai pada muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan (PP No. 35/1991). Menurut Haslam (1995) dalam Effendi (2003), klasifikasi perairan yang mengalir misalkan sungai dipengaruhi oleh kecepatan arus atau pergerakan dari air, jenis

sedimen dasar, erosi, dan sedimentasi. Biasanya, pada perairan sungai terjadi pencampuran masa air secara menyeluruh dan tidak terbentuk stratifikasi vertikal kolom air.

Daerah Aliran Sungai mempengaruhi karakteristik sungai. Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan di mana hujan yang jatuhnya di dalam daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada satu titik/stasiun yang ditinjau (Triatmodjo, 2009).

Daerah hulu DAS dapat dicirikan sebagai berikut : merupakan daerah konservasi, didalam daerah yang mempunyai kemiringan lereng yang besar mempunyai kerapatan drainase yang lebih tinggi, bukan merupakan daerah banjir, pola drainase adalah untuk menentukan pengaturan pemakaian air, dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Daerah hilir dapat dicirikan sebagai berikut : sebagai daerah pemanfaatan, daerah yang memiliki kemiringan lereng kecil sampai dengan sangat kecil mempunyai kerapatan drainase yang lebih kecil, bangunan irigasi menentukan pengaturan pemakaian air, dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian kecuali estuaria yang didominasi hujan bakau atau biasanya hutan gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah adalah daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut diatas (Asdak, 1995).

Sungai adalah saluran yang terbuka. Sebuah sistem hidrologi terbuka adalah sistem yang dimana pergerakan reaktan dan produk yang masuk dan keluar hampir tidak terbatas (Hem, 1970). Komposisi air dapat berubah karena reaksi kimia yang dihasilkan, termasuk pergantian ion dan proses hidup dari tumbuhan dan organisme, termasuk bakteri.

Aktivitas manusia merupakan dampak terbesar dari factor-faktor lingkungan yang mempengaruhi komposisi air. Perilaku manusia untuk mengubah lingkungannya sangat besar dan perubahan yang dibawa untuk komposisi air sangat jelas. Beberapa zat terlarut mungkin secara langsung masuk ke air bersamaan dengan proses pembuangan limbah (Hem, 1970). Beberapa faktor seperti penambahan jumlah penduduk, kegiatan industri dan pertanian memiliki kecenderungan untuk meningkatkan jumlah limbah yang terbuang ke lingkungan perairan (Rochyatun, 1996). Pada 2 abad terakhir, aktivitas manusia memiliki pengaruh yang meningkat di area urban dan industri berkembang serta di area dimana kegiatan pertanian secara intensif, menggunakan pestisida dan pupuk buatan (Rodda *et al.*, 1976). Limbah yang merupakan salah satu pencemaran air dapat menyebabkan gangguan oleh adanya zat-zat beracun atau muatan bahan organik yang berlebih. Keadaan inilah yang menyebabkan oksigen dalam air pada kondisi yang kritis, atau merusak kadar kimia air.

2.6 Filtrasi

Proses yang digunakan untuk memisahkan padatan dari cairan atau gas dengan menggunakan media saring yang memungkinkan cairan tersebut lewat, tetapi bukan padatan disebut dengan filtrasi. Pada istilah “filtrasi” berlaku baik itu fisik, biologis atau mekanis. Filtrat adalah cairan yang melewati filter. Dalam media saringannya biasanya berupa filter permukaan, yang berupa padatan yang menjebak partikel padat, atau saringan dalam yang merupakan bahan dasar yang menjebak padatan.

Tujuan dari filtrasi adalah memisahkan padatan dari campuran fasa cair dengan *driving force* perbedaan tekanan sehingga mendorong fasa cair melewati lapisan *support* pada medium filter. Saat proses filtrasi, pemisahan padatan akan tertahan pada medium penyaring, sedangkan pada fasa cair yang melewati medium filter berupa limbah/ hasil sampingnya (Huisman,1975).

Kain kanvas banyak digunakan untuk sistem operasi filtrasi, baik menggunakan anyaman kepar atau yang lainnya. Terdapat beberapa kanvas dengan berbagai bobot dan anyaman yang masing-masing untuk penggunaan tertentu. Medium filter yang digunakan untuk zat cair yang bersifat korosif adalah kain wol, tenunan logam monel, baja tahan karat, tenunan gelas atau kertas. Selain itu kain sintetis seperti nilon, polipropilena, saran dan dakron juga sangat tahan secara kimia (Fuad Rofiqi, 2012).

Dalam proses penyaringan kotoran dapat terjadi karena pembentukan aluminium hidroksida $Al(OH)_3$ yang berupa partikel padat yang akan menarik partikel-partikel kotoran lainnya sehingga menggumpal bersama menjadi besar dan berat dan dapat mengendap. Dalam penambahan tawas dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut : sejumlah tawas/ alum dilarutkan didalam air yang kemudian dimasukkan kedalam air baku kemudian diaduk dengan cepat sehingga dapat merata, pengadukan dilakukan selama kurang lebih 2 menit. Setelah itu kecepatan pengadukkan dikurangi agar terbentuk gumpalan kotoran akibat bergabungnya kotoran tersuspensi yang ada dalam air baku. Kemudian dibiarkan beberapa saat agar gumpalan kotoran atau flok tumbuh menjadi besar dan berat dan cepat mengendap. Proses tersebut dapat mempercepat penyaringan.

Pada proses filtrasi berlangsung secara kontinyu atau berkelanjutan untuk menyaring sisa-sisa partikel yang tidak mengendap dapat dilewati, karena menggunakan proses sekali jalan (*batch*) dengan koagulasi dan flokulasi berhasil, maka semua partikel mengendap dan air di atasnya dapat menjadi jernih dan dapat dimanfaatkan. Proses tersebut dilakukan dengan cara filtrasi sederhana.

2.7 Pemanasan air

Pengolahan air minum adalah upaya untuk mendapatkan air yang bersih dan sehat sesuai dengan standar mutu air untuk kesehatan. Dalam proses pengolahan air minum merupakan proses perubahan sifat, fisik, biologi, dan kimia air baku agar dapat memenuhi syarat digunakan sebagai air minum. Tujuan dari pengolahan air minum adalah menurunkan kekeruhan air, mengurangi bau, rasa dan warna, menurunkan kesadahan, menurunkan dan mematikan mikroorganisme, melindungi kadar-kadar bahan yang terlarut dalam air, serta memperbaiki derajat keasaman atau pH.

Pengolahan air secara biologi untuk dapat mematikan patogen berlangsung bersamaan dengan reaksi kimia dan fisika secara khusus dengan memberikan desinfektan pada sampel air.

Dalam proses desinfeksi dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan panas atau pemanasan (pendidihan) selama 15 – 20 menit. Cara ini efektif untuk dapat menghilangkan bakteri atau mikroorganisme yang ada didalam air yang dapat menyebabkan penyakit (*Water Borne Disease*). Desinfeksi mempunyai prinsip dengan cara pemanasan yang dikembangkan dari proses pasteurisasi susu yaitu dengan cara pemanasan pada suhu 161°C selama 15 detik. Namun, kelemahan dari prinsip ini adalah sisa panas (*residual*) tidak dapat dipertahankan untuk pengamanan pada waktu kontak dan jarak tempuh tertentu. Dengan menggunakan pemanasan bersuhu 100°C mampu mereduksi hampir 100% dalam waktu 15-20 menit (Mursid, 1991).

2.8 Filter

Filter yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah *filter* dengan ukuran yang relatif kecil sehingga dapat dengan mudah dibawa. Penyaring *portable* ini tidak memerlukan baterai ataupun komponen pengganti dan juga dapat menyaring sedikitnya 1000L air selama masa pakainya. Penyaring ini juga dapat digunakan pada air keruh misalkan saja air sungai dan danau yang mengandung bakteri dan parasit. Dalam hal penyaringan, penyaring ini menggunakan teknologi *microfiltration membrane* yang dapat berfungsi untuk menyaring hingga partikel kecil. Penyaring ini memiliki manfaat untuk orang yang tinggal di Negara atau wilayah yang susah untuk mencari air bersih.

Bentuk dari filter pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Penyaring air

Sumber : <http://www.lifestraw.com>





BAB III

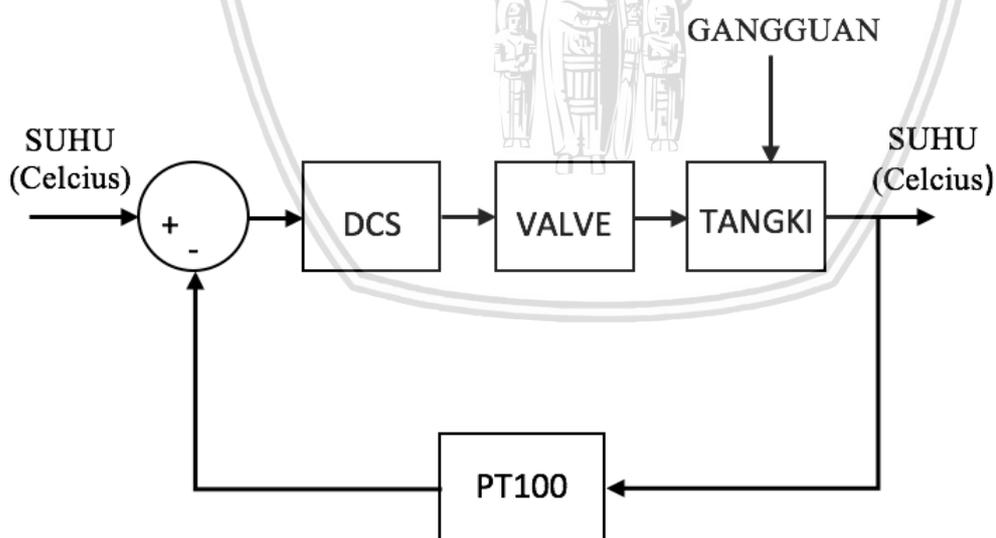
METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah cara ilmiah yang digunakan untuk mendapatkan informasi dengan tujuan dan manfaat tertentu. Dalam skripsi ini merupakan penelitian yang aplikatif dengan membuat *miniature*, yaitu dengan merencanakan dan merealisasikan alat agar dapat ditampilkan serta bekerja sesuai dengan apa yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah.

Berikut ini langkah – langkah yang diperlukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat :

3.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Pembuatan diagram blok sistem merupakan dasar dari perancangan sistem agar perancangan dan perealisasiannya dapat berjalan secara sistematis. Dengan diagram blok sistem secara garis besar diharapkan dapat menjelaskan tentang bagaimana cara kerja dan menunjukkan desain sesuai dengan yang diinginkan. Pada penelitian ini yang dirancang sistem pengendali suhu menggunakan DCS ditunjukkan pada Gambar 3.1



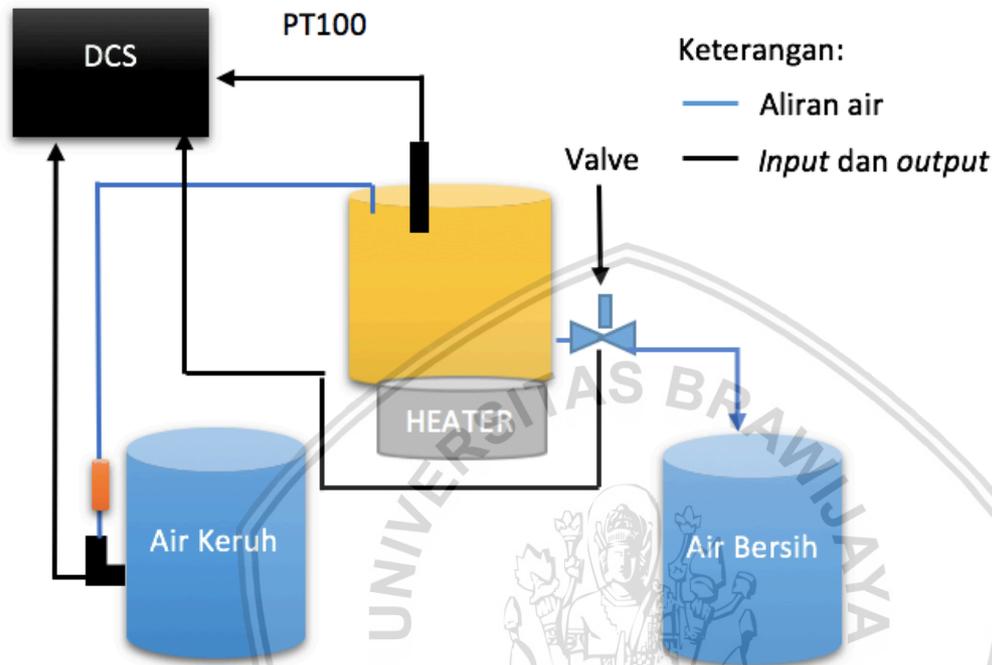
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Keterangan Gambar 3.1

- *Set point* ditetapkan pada suhu 100°C.
- Kontroler menggunakan DCS (*Distributed Control System*).

- Aktuator berupa *solenoid valve*.
- Plant yang dikontrol dalam sistem yaitu tangki dengan bentuk tabung.
- PT100 digunakan sebagai sensor untuk mengetahui perubahan suhu.

3.2 Spesifikasi desain



Gambar 3.2 Spesifikasi desain

Desain yang diinginkan pada pengendalian suhu mempunyai spesifikasi :

- Dimensi tangki pengolahan air berbentuk tabung dengan diameter 25 cm dan tinggi tabung 14 cm dengan volume kapasitas air sebesar 8 liter.
- Plant yang dikontrol dalam sistem yaitu tangki dengan bentuk tabung.
- Dimensi tabung tempat untuk menampung air panas hasil pemanasan dengan kapasitas volume 3 liter.
- Dimensi tabung tempat untuk menampung air sungai dengan kapasitas sebesar 3 liter.
- PT100 digunakan sebagai sensor untuk mengetahui perubahan suhu.
- Pemanas elektrik (*heater*) dengan daya listrik 600 W, tegangan 220 V dan 50Hz.
- *Setpoint* ditetapkan pada suhu 100°C.
- Kontroler yang digunakan adalah DCS (*Distributed Control System*).
- Aktuator berupa *solenoid valve*.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*software*)

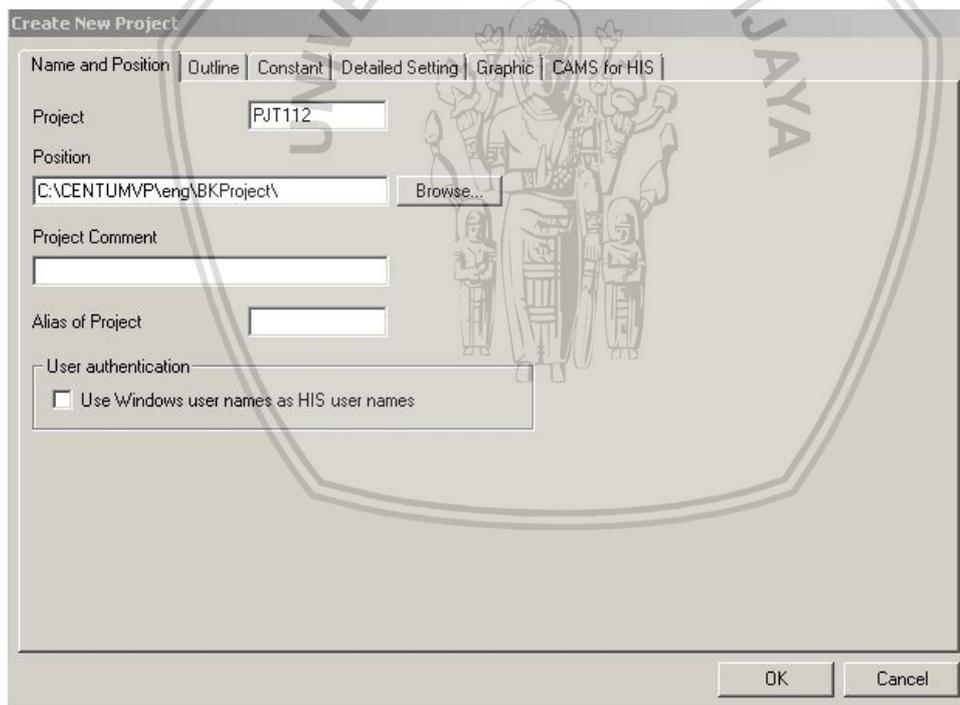
Dalam perancangan lunak pada bagian ini adalah lebih berfokus pada penggunaan *software* yang terdapat pada DCS Centum VP yaitu :

- *Function Block*
- *Trend*

Langkah awal adalah dengan membuat *project* baru untuk tempat tersimpannya seluruh parameter dari modul dan *station* yang akan digunakan oleh DCS. Langkah ini perlu dilakukan sebelum membuat *function block* dan *trend*. Langkah untuk dapat membuat *project* baru yaitu dengan cara :

- Pada “*System View*” klik kanan folder “SYSTEM 32 VIEW”
- Kemudian pilih “*Create New*”
- Kemudian “*Project*”
- Selanjutnya pada menu berikutnya akan muncul jendela “*Create New Project*”

Seperti pada gambar 3.3 dibawah ini

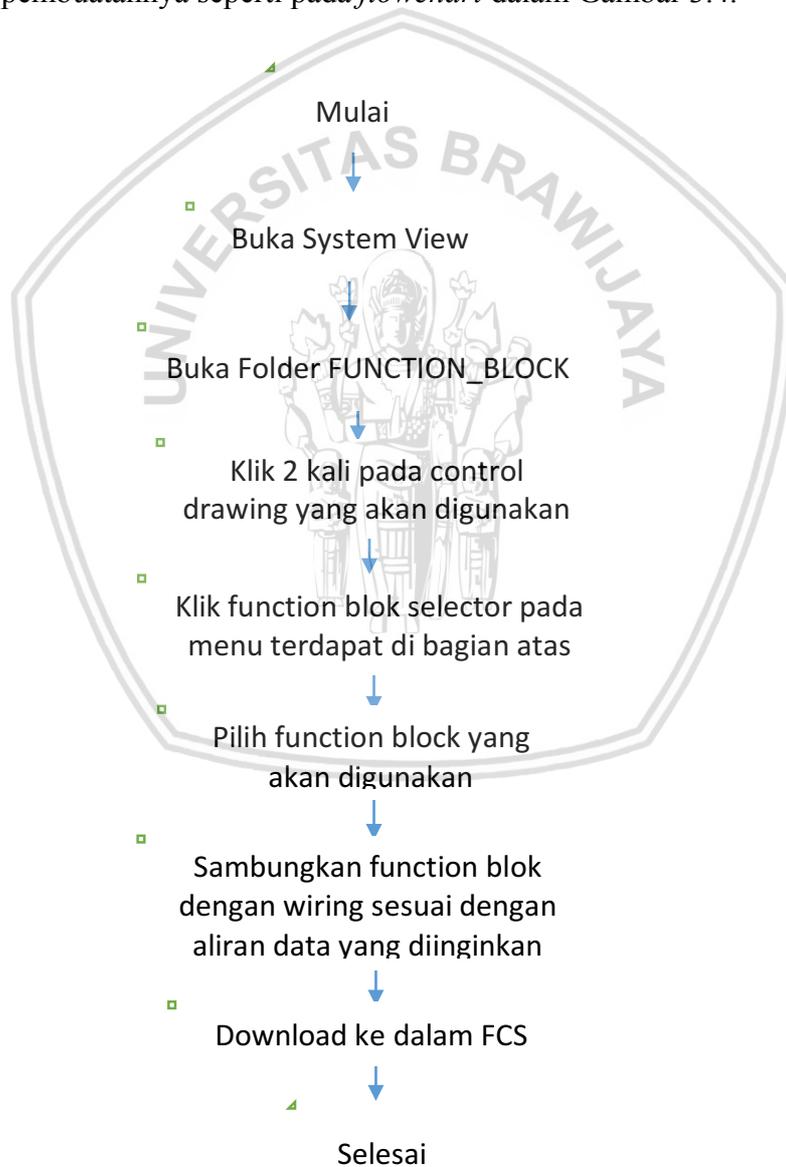


Gambar 3.3 Jendela “*Create New Project*”

3.3.1 Pembuatan *Function Block*

Function Block adalah suatu kumpulan blok-blok yang berkonfigurasi secara bersamaan sehingga akan terbentuk suatu narasi pengontrolan yang dapat digunakan untuk memantau proses dan melakukan pengendalian. Kumpulan dari blok-blok yang terdapat didalam *function block* pada *Control Drawing Builder* yang dapat digunakan untuk mempermudah dalam pembuatan fungsi-fungsi kontrol pada DCS. Pada *control drawing builder* operasi seperti deklarasi input dan output, pengolahan data, dan penentuan aliran data dilakukan secara grafis dengan menggunakan *function block*. Didalam setiap *control drawing* dapat digunakan hingga 100 *function block*.

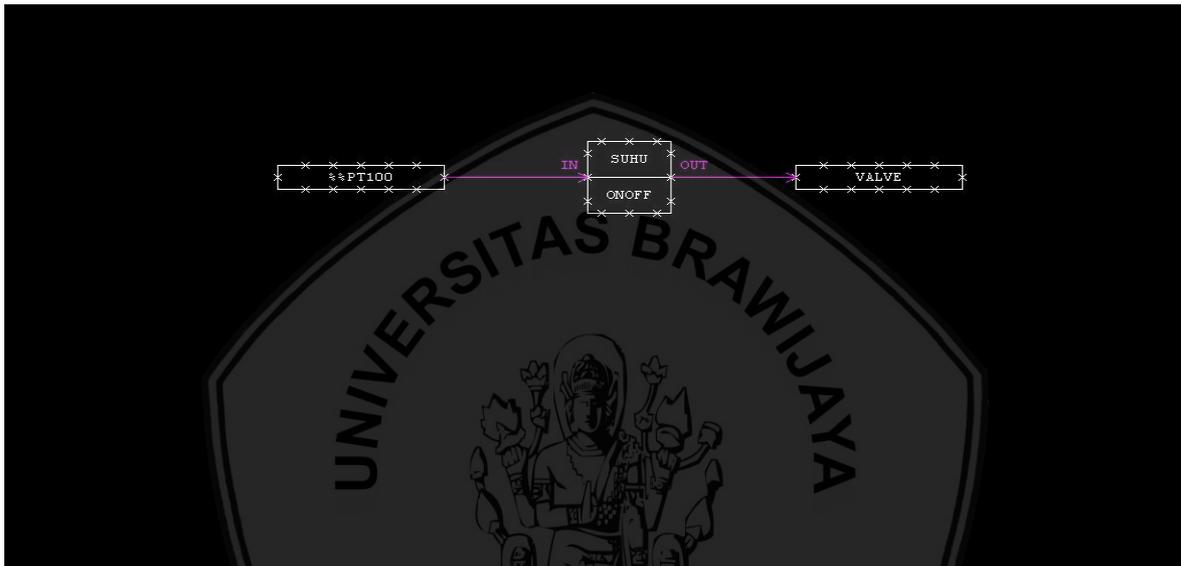
Adapun alur pembuatannya seperti pada *flowchart* dalam Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Flowchart function block*

3.3.2 *Function Block Sistem Secara Keseluruhan*

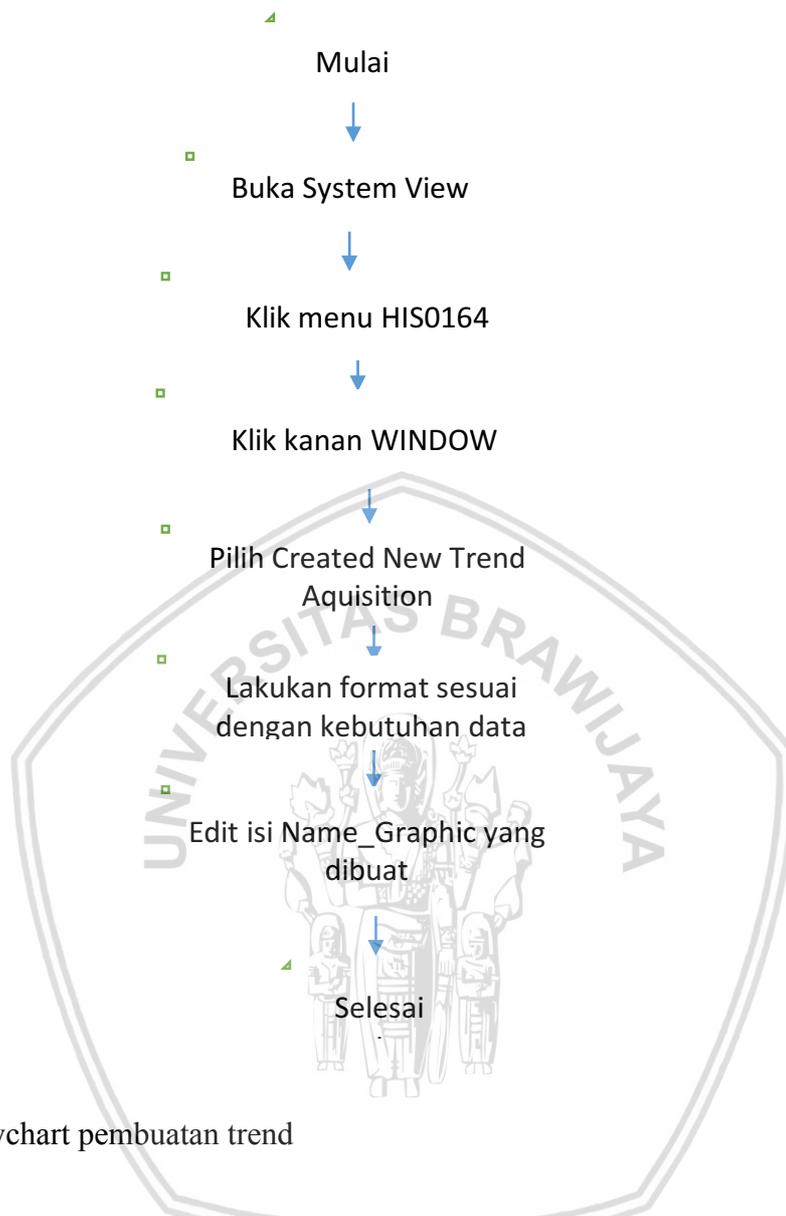
Block pengendalian sistem secara keseluruhan dengan menggunakan pengontrolan secara *on-off*. Untuk sistem pengontrolan suhu dengan *range* pembacaan DCS mulai dari -50°C sampai dengan 150°C. Dengan menggunakan *setpoint* 100°C yang berarti kontroler *on-off* akan memberikan aksi kontrol *off* apabila pembacaan sensor masih di bawah suhu 100°C, apabila suhu telah melewati 100°C maka aksi kontrol akan berubah menjadi *on*. Berikut adalah tampilan dari *function block* keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Function block* sistem secara keseluruhan

3.3.3 *Pembuatan Trend*

Software pada DCS centum VP yang digunakan untuk proses sampling data yang kemudian ditampilkan berupa bentuk grafik disebut *Trend*. Agar dapat aktif, fitur *trend* pada DCS harus melakukan pemanggilan *trend* pada *faceplate*. *Trend* dapat menyajikan data dalam bentuk grafik dan juga dalam bentuk angka yang nantinya dapat diolah dengan program seperti *matlab* yang dapat digunakan untuk membuat grafik. *Flowchart* pembuatan *trend* dapat terlihat dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Flowchart pembuatan trend

3.4 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras meliputi komunikasi DCS Centum VP, sensor suhu atau PT100, rangkaian modul I/O, pompa, *heater*, *solenoid valve*, *relay*, dan perancangan elektrik. Adapun juga alat-alat lainnya yang digunakan dalam sistem.

3.4.1 Yokogawa DCS Centum VP

DCS Centum VP adalah suatu perangkat pengontrol modern yang berorientasi *continous* atau *batch* proses yang sering digunakan pada dunia industri. DCS dapat melakukan pengontrolan suatu sistem yang kompleks dan bekerja secara *real time*. Garis besar komponen penyusun DCS Centum VP terdiri dari :

- HIS (*Human Interface Station*)

Yokogawa DCS Centum VP menggunakan PC dengan tipe desktop untuk *control function* atau lebih sering disebut dengan HMI (*Human Machine Interface*). HIS sendiri terdiri dari rangkaian *software* yang digunakan untuk proses pemrograman yang kemudian akan digunakan untuk pengontrolan dan *monitoring system*.

- FCS (*Field Control Station*)

Sebagai media pengontrol, FCS memiliki kehandalan yang tinggi. FCS dapat melakukan pengontrolan secara komputasi untuk setiap *function block*, I/O dari proses sistem, dan juga *software I/O*. Pada *hardware*, DCS berupa lemari dengan tipe kabinet yang terdiri atas FCU (*Field Control Unit*) node dan juga komunikasi modul I/O.

- ENG (*Engineering Station*)

ENG adalah sebuah komputer yang berguna untuk pemeliharaan sistem dan konfigurasi. komputer ini dapat digunakan secara bersamaan sebagai ENG maupun HIS. Para *engineer* juga dapat melakukan rekayasa, simulasi dan pengembangan pada sistem tanpa mengganggu proses yang sedang berkerja yang berada di lapangan. DCS Centum VP bekerja secara *redundant* yang masing-masing memiliki dua buah *power supply*, baterai dan *bus* komunikasi. Hal ini untuk menjaga kecepatan respon, kehandalan serta keselamatan. Yang dimaksud dengan sistem *redundant* adalah dua buah perangkat sistem yang dapat bekerja secara bersama-sama untuk menjaga kinerja dari sistem dilakukan oleh perangkat yang bekerja normal tanpa mengganggu proses. Terdapat juga perangkat yang bekerja secara *master* dan *slave* yaitu dengan bekerja secara bergantian sebagai *back-up* pada sistem ini.

3.4.2 Rangkaian Modul I/O DCS

Modul I/O adalah suatu perangkat yang terpasang pada FCS di DCS Centum VP. Terdapat 8 buah *slot I/O* pada DCS yang dapat dikonfigurasi juga dengan modul *analog* atau modul *digital*. Pada penyusunan skripsi ini, menggunakan *input* modul *digital* dan *output* modul *digital*.

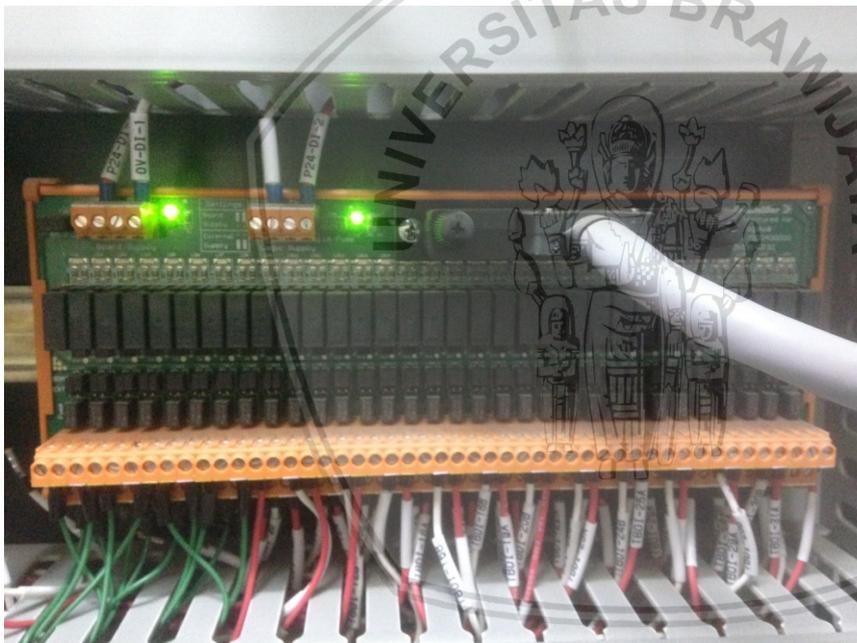
- Modul *Digital* ADV151

Nilai keluaran dari modul *input* digital saat bernilai “1” adalah 0 volt, sedangkan pada saat bernilai “0” adalah 20VDC dengan arus sebesar 4,1 mA. Pada perancangan ini digunakan tiga kontak *input digital*, yaitu kontak DI 1-2 digunakan sebagai *starting* sistem,

kontak DI 1-1 digunakan sebagai batas bawah dan kontak DI 1-32 digunakan sebagai batas atas. Dapat dilihat pada Gambar 3.7 dibawah ini.



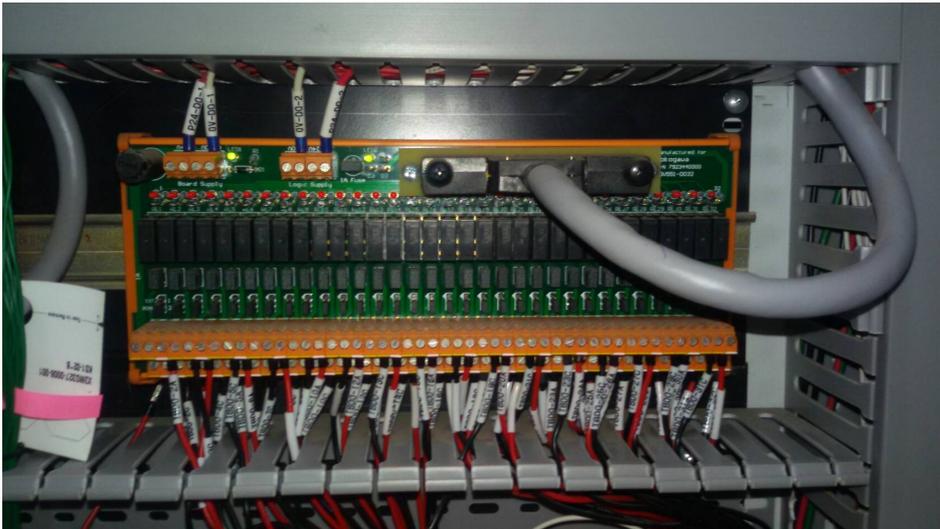
Gambar 3.7 Saklar Input Digital



Gambar 3.8 Port Input Digital DCS

- Modul Digital ADV551

Merupakan modul *output digital* dengan jumlah 32 kontak *output* dengan nilai keluaran saat bernilai “1” adalah 24 VDC dengan arus 100 mA, sedangkan saat bernilai “0” adalah 0 volt. Pada perancangan dalam skripsi ini menggunakan satu kontak keluaran, yaitu DO-32. Port *output* digital pada DCS dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Port output digital DCS

3.4.3 PT100 Temperature Sensor

Salah satu komponen yang kontak langsung dengan suhu air panas yang diukur adalah PT100. PT100 digunakan untuk dapat memonitoring suhu cairan atau benda padat lainnya. Sensor membaca setiap kenaikan suhu berdasarkan perubahan resistansi. Ketika sensor mendeteksi suhu berada pada 0°C , maka resistansi akan sebanding dengan 100Ω . Saat terjadi kenaikan suhu, maka resistansi PT100 naik secara linier. PT100 merupakan sensor dengan jenis RTD (*Resistance Temperature Detector*). Pembacaan sensor jenis RTD berdasarkan nilai tahanan pada metal pembentuknya. RTD yang digunakan pada PT100 berbahan dasar dari platinum. Sensor PT100 memiliki *range* pengukuran dari -200°C sampai dengan 850°C . Perubahan resistansi pada PT100 rata-rata adalah sebesar $0,3729\Omega/^{\circ}\text{C}$. Contoh PT100 adalah pada gambar 3.10.

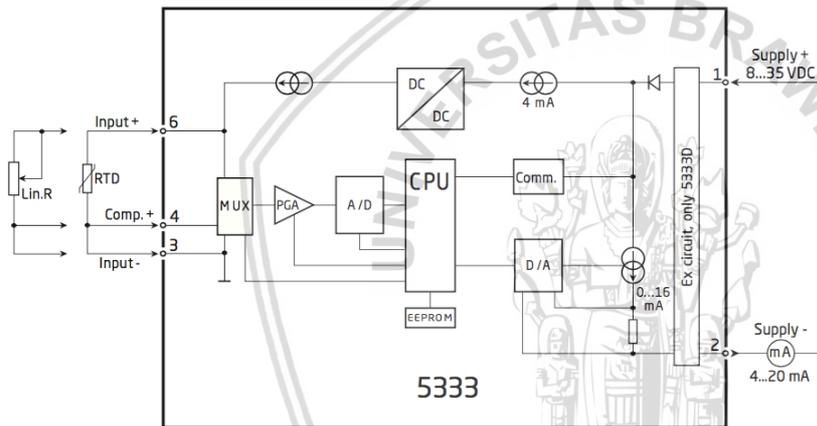


Gambar 3.10 PT100

Sumber : www.pce-instrument.com

3.4.4 PR 5333 Programmable Temperature Transmitter

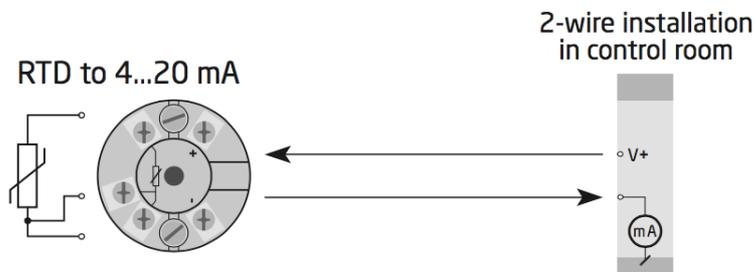
Sesuai dengan namanya *Programmable Transmitter*, maka sebelum digunakan diperlukan pemrograman terlebih dahulu (dilakukan oleh vendor) mengenai pembacaan *range transmitter* terhadap perubahan resistansi atau RTD. Dalam pemrograman ini sesuai dengan kebutuhan pengukuran temperatur dengan minimum atau maksimum range tergantung dengan jenis sensor temperatur apa yang digunakan. Tingkat akurasi pengukuran sebesar $\pm 0.1\%$. Cara kerja PR 5333 adalah dengan mengkonversi keluaran sensor PT100 menjadi nilai resistansi. Kemudian, nilai tersebut diproses dalam rangkaian *transmitter* sehingga menjadi keluaran standart industry 4-20mA. Untuk dapat menjalankannya, PR 5333 memerlukan sumber DC sebesar 24 V (*range supply* yang dianjurkan 8-35 VDC) sesuai dengan rangkaian blok diagram yang terdapat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Blok Diagram Programmable Transmitter

Sumber : *Datasheet*

Pada Gambar 3.12 dibawah ini menampilkan cara instalasi pengkabelan PR 5333. Masukan dengan menggunakan komunikasi 3-wire dan keluaran dengan menggunakan kabel 2-wire. Keluaran *transmitter* langsung dihubungkan ke media pengontrol pada DCS.



Gambar 3.12 Pengkabelan 2-wire PR 5333

Sumber : *Datasheet*

3.4.5 Solenoid Valve

Prinsip kerja *solenoid valve* adalah katup listrik yang mempunyai koil yang berfungsi sebagai penggeraknya, ketika koil mendapatkan suplai tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga dapat menggerakkan piston yang ada pada bagian dalamnya ketika piston mendapatkan tekanan yang berasal dari *supply*. Pada saat posisi piston berpindah, maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve* akan keluar udara yang berasal dari *supply*. Pada umumnya *solenoid valve* mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC atau dengan sumber DC sebesar 12/24V dengan arus beban 1A. Konfigurasi dari *valve* adalah *2/2 normally closed valve*. *Solenoid valve* memiliki 2/2 katup dengan 2 buah gerbang, yaitu gerbang masukan atau keluaran dan 2 posisi, ada aliran dan tidak ada aliran. Katup juga bersifat *on-off*. Bentuk dari *solenoid valve* adalah seperti pada Gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13 Solenoid Valve

Sumber : <http://www.water-solenoidvalve.com>

3.4.6 Relay OMRON MY2N-J DPDT (Double Pole Double Throw)

Relay merupakan saklar atau *switch* yang dapat dioperasikan secara elektrik dan merupakan komponen *electromechanical* (elektromekanikal) yang terdiri atas 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal.

Relay OMRON sebagai saklar *power supply* 12 VDC yang menjadi sumber *solenoid valve*. *Solenoid valve* digunakan sebagai aktuator sistem yang dapat aktif ketika *output digital* DCS aktif dan mengeluarkan tegangan 24 volt yang akan memicu *coil* untuk menarik saklar. Relay OMRON MY2N-J dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Relay OMRON MY2N-J

Sumber : Arip Riharta, 2014

3.4.7 Elektrik *Heater*

Elektrik *heater* yang digunakan adalah pemanas listrik yang dicatu dengan sumber AC. Tegangan yang diperlukan adalah 220VAC, frekuensi 50Hz, dan menyerap daya sebesar 600 Watt. Perangkat ini memiliki berat 6 Kilogram dan berukuran kecil. Pada permukaannya dilindungi oleh anti lengket akan dipanaskan dengan sistem *thermostat* dan *thermofuse* yang dapat memanaskan panci, wajan dan lainnya.

3.4.8 *Filter*

Filter yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah *filter* dengan ukuran yang relatif kecil sehingga dapat dengan mudah dibawa. Penyaring *portable* ini tidak memerlukan baterai ataupun komponen pengganti dan juga dapat menyaring sedikitnya 1000L air selama masa pakainya. Penyaring ini juga dapat digunakan pada air keruh misalkan saja air sungai dan danau yang mengandung bakteri dan parasit. Dalam hal penyaringan, penyaring ini menggunakan teknologi *microfiltration membrane* yang dapat berfungsi untuk menyaring hingga partikel kecil. Penyaring ini memiliki manfaat untuk orang yang tinggal di Negara atau wilayah yang susah untuk mencari air bersih. *Filter* yang digunakan dengan berat 57 gram, panjang 22,5 cm, dan ketebalan mencapai 2,5 cm. Tidak menggunakan baterai atau alat listrik lainnya.

3.5 Pengujian Alat

Agar dapat mengetahui bahwa perancangan telah sesuai maka dilakukan pengujian alat. Pengujian untuk perangkat keras dilakukan per blok rangkaian dan secara keseluruhan untuk dapat mengetahui apakah *hardware* dan *software* dapat berjalan dengan baik.

3.5.1 Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengujian dari perangkat keras ini dilakukan dengan tujuan untuk dapat mengetahui apakah masing-masing blok dapat bekerja sesuai dengan fungsinya seperti apa yang telah direncanakan. Pengujian perangkat keras meliputi :

3.5.1.1 Pengujian DCS

Pengujian DCS dilakukan untuk dapat mengetahui apakah *port input* dan *port output* pada DCS dapat berfungsi dengan baik. Dalam melakukan pengujian DCS dengan melakukan simulasi pengaktifan *input* dan *output* dengan melihat HIS pada DCS.

3.5.1.2 Pengujian PT100 dan *Transmitter*

Pengujian PT100 dapat dilakukan dengan cara menghubungkan *transmitter* yang telah terhubung dengan PT100 menuju DCS, kemudian membandingkan hasil pembacaan suhu pada DCS dan kemudian hasil pembacaan secara manual dengan menggunakan termometer biasa.

3.5.1.3 Pengujian *Solenoid Valve*

Pengujian *Solenoid Valve* dilakukan dengan cara memberikan catu daya 12V untuk mengetahui *solenoid* aktif atau tidak.

3.5.2 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan dengan cara menggabungkan semua perangkat keras serta memasukkan perangkat lunak yang bekerja untuk dapat mengendalikan perangkat keras yang telah dibuat. Sistem akan dikatakan berhasil jika perangkat keras dan lunak dapat bekerja dengan baik dan berjalan sesuai dengan apa yang direncanakan.

3.6 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan dapat diambil berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian sistem keseluruhan. Apabila hasil yang diperoleh telah sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya, maka sistem kendali tersebut telah berhasil sesuai harapan dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan penjelasan prosedur pengujian dari alat yang telah dirancang untuk mengetahui sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok dalam perancangan *hardware* serta pengujian keseluruhan untuk mengetahui *software* dapat bekerja atau tidak. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

4.1 Pengujian *Distributed Control System*

a. Tujuan

Tujuan pengujian *Distributed Control System* adalah mengecek program yang sudah dibuat pada HIS (*Human Interface Station*) DCS dapat dijalankan oleh FCS (*Field Control Station*) dan juga untuk mengetahui port I/O dapat berfungsi secara baik atau tidak.

b. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada pengujian *Distributed Control System* adalah sebagai berikut :

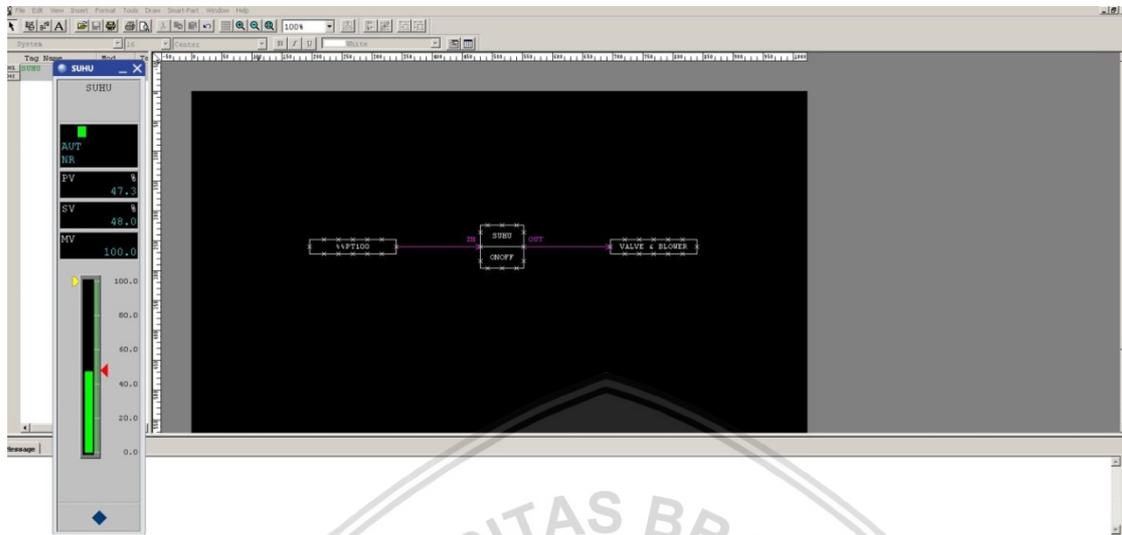
1. FCS (*Field Control Station*).
2. HIS (*Human Interface Station*).
3. Multimeter.
4. Program yang sudah dibuat yang mewakili input analog dan output digital.

c. Langkah Pengujian

Berikut ini adalah langkah-langkah menjalankan percobaan :

1. Membuat program pada HIS, ditampilkan pada Gambar 4.1.
2. Kemudian *download* program yang sudah dibuat sebelumnya ke FCS.
3. Mengecek arus dan tegangan pada port I/O DCS dengan menggunakan multimeter serta cek logikanya.

Penjelasan dari Gambar 4.1 adalah program yang telah dibuat sebelumnya berisi *input digital* diaktifkan maka *output digital* akan aktif. Ketika *input analog* diberikan sebuah logika, maka akan ada perubahan pada *output analog*.



Gambar 4.1 Program pengujian *Distributed Control System*

d. Hasil pengujian

Tabel 4.1 Tabel pengujian *Distributed Control System*

Input Analog (Terbaca)	Output Analog (Terbaca)	Arus Input Analog (Terukur)	Arus Output Analog (Terukur)
9,76 mA	9,76 mA	9,76 mA	9,76 mA
10,74 mA	10,74 mA	10,74 mA	10,74 mA
Input Digital	Output Digital	Tegangan Input Digital	Tegangan Output Digital
ON	OFF	23,91 V	-
OFF	ON	-	23.91 V

Pada Tabel 4.1 diatas dapat diamati bahwa hasil dari pengujian *Distributed Control System* berupa program yang telah dibuat di HIS dapat dikerjakan FCS dan *port I/O DCS* dapat bekerja dengan baik.

4.2 Pengujian *Solenoid Valve*

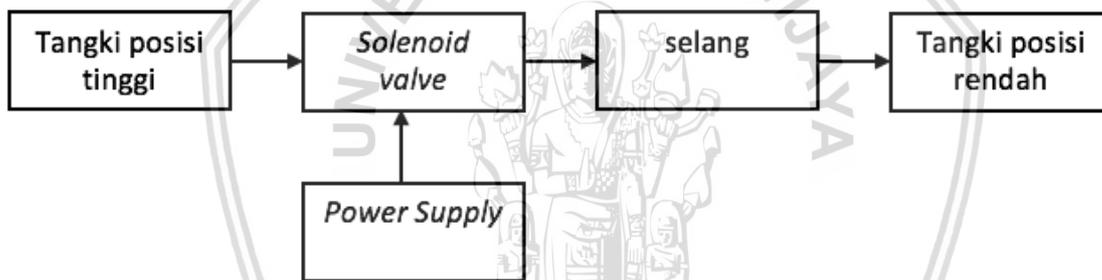
a. Tujuan

Tujuan dari pengujian *Solenoid valve* untuk dapat mengetahui kinerja *solenoid valve* apakah berfungsi dengan baik atau tidak.

b. Alat yang digunakan

1. *Solenoid valve*.

2. Air.
 3. Selang.
 4. Dua buah tangki penampung air.
 5. Saklar.
 6. *Power Supply*.
- c. Langkah pengujian
1. Menghubungkan *solenoid valve*, saklar dan *power supply* seperti pada Gambar 4.2
 2. Meletakkan kedua tangki, posisikan salah satu tangki berada pada posisi yang lebih tinggi. Sambungkan ujung keluaran *solenoid valve* dengan sebuah selang dengan panjang tertentu.
 3. Menyalakan saklar untuk dapat mengetahui kinerja dari *solenoid valve*. Kemudian amati keluaran air apakah dapat keluar dari tangki yang berada pada posisi yang lebih tinggi atau tidak.



Gambar 4.2 Rangkaian uji *solenoid valve*

- d. Hasil pengujian

Hasil uji *solenoid valve* dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Tabel hasil uji *solenoid valve*

saklar	<i>Solenoid valve</i>	Air mengalir
ON	ON	YA
OFF	OFF	TIDAK

4.3 Pengujian Sensor PT100

a. Tujuan

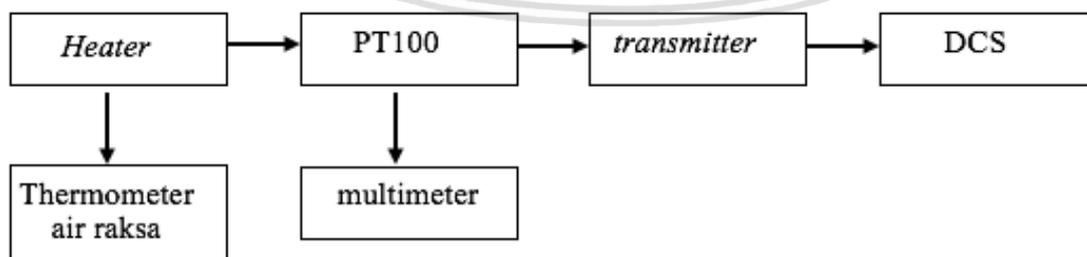
Tujuan dari pengujian sensor PT100 untuk mengetahui karakteristik dari sensor dan juga terjadinya *error* saat pembacaan nilai resistansi dengan cara membandingkan nilai pembacaan sensor dengan nilai pembacaan secara manual.

b. Alat yang digunakan

1. *Distributed Control System*.
2. Sensor PT100.
3. PR5333 *Programmable Temperature Transmitter*.
4. *Heater*.
5. Multimeter.
6. Termometer air raksa.
7. Air.

c. Langkah pengujian

1. Mengisi air pada tangki yang akan dipanaskan menggunakan *heater*.
2. Menghubungkan keluaran dari sensor PT100 dengan multimeter.
3. Meletakkan sensor PT100 ke dalam tangki hingga menyentuh air.
4. Menyalakan *heater*.
5. Mengamati dan mencatat perubahan nilai resistansi serta penunjukan suhu pada DCS.
6. Membandingkan hasil pengamatan menggunakan thermometer air raksa dengan hasil penunjukan pada DCS.
7. Menyusun rangkaian percobaan seperti Gambar 4.3.

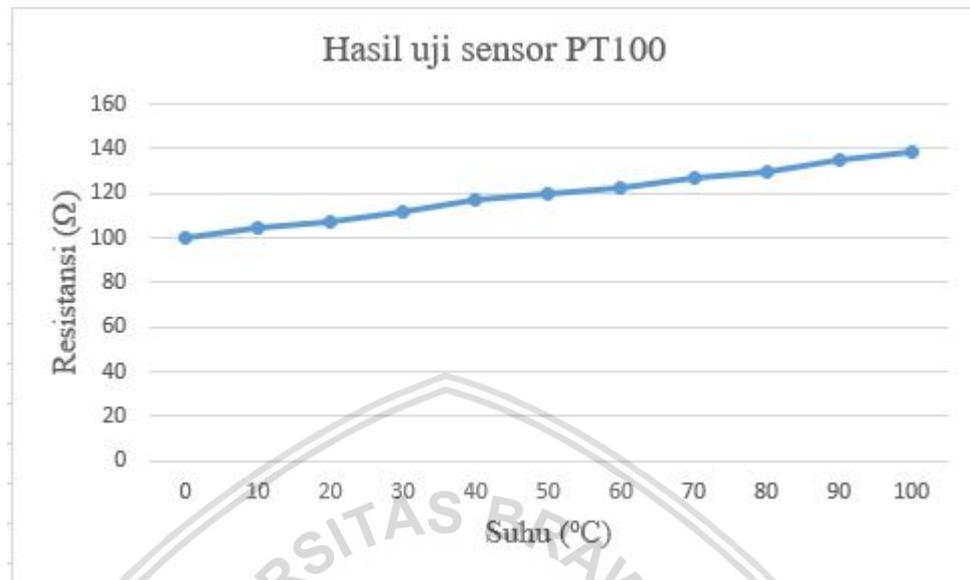


Gambar 4.3 Rangkaian uji PT100

d. Hasil pengujian

Dari hasil pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan multimeter didapatkan resistansi PT100 saat suhu 100°C sama dengan 138,2Ω. Nilai tersebut apabila

dibandingkan dengan *datasheet*, maka sensor PT100 yang digunakan adalah PT100 kelas A yang memiliki akurasi $\pm 0,06\%$.



Gambar 4.4 Grafik karakteristik PT100

PT100 disambungkan dengan *temperature transmitter* yang telah diprogram dengan batas range pengukuran suhu sebesar 0°C sampai dengan 100°C. Tabel 4.3 dibawah ini adalah nilai kenaikan resistansi dengan *range* pengukuran yang telah diberikan.

Tabel 4.3 Nilai Perubahan Resistansi PT100

Suhu (°C)	Resistansi (Ω)
0	100
10	104,11
20	107,40
30	111,67
40	116,71
50	119,4
60	122,79
70	127,08
80	129,36
90	134,71
100	138,49

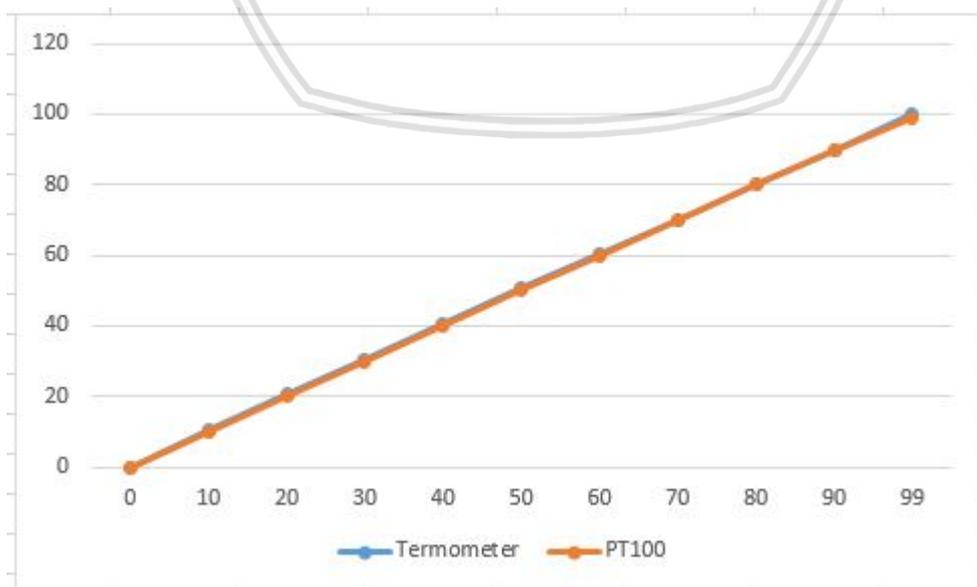
Hasil pengujian PT100 dapat bekerja dengan baik dan mampu membaca setiap kenaikan suhu, *temperature transmitter* mampu membaca nilai keluaran dari PT100 dan juga dapat mentransmisikan sinyal ke dalam *input* DCS.

Hasil pengujian dari sensor PT100 dengan termometer dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil pengujian PT100 dengan termometer

Termometer	PT100
0	0
10,5	10
20,5	20
30,5	30
40,5	40
50,5	50
60,5	60
70	70
80	80
90	90
100	99

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai pembacaan dari PT100 sudah mendekati pembacaan termometer. Berikut adalah perbandingan dari PT100 dengan termometer dapat dilihat pada Gambar 4.5.

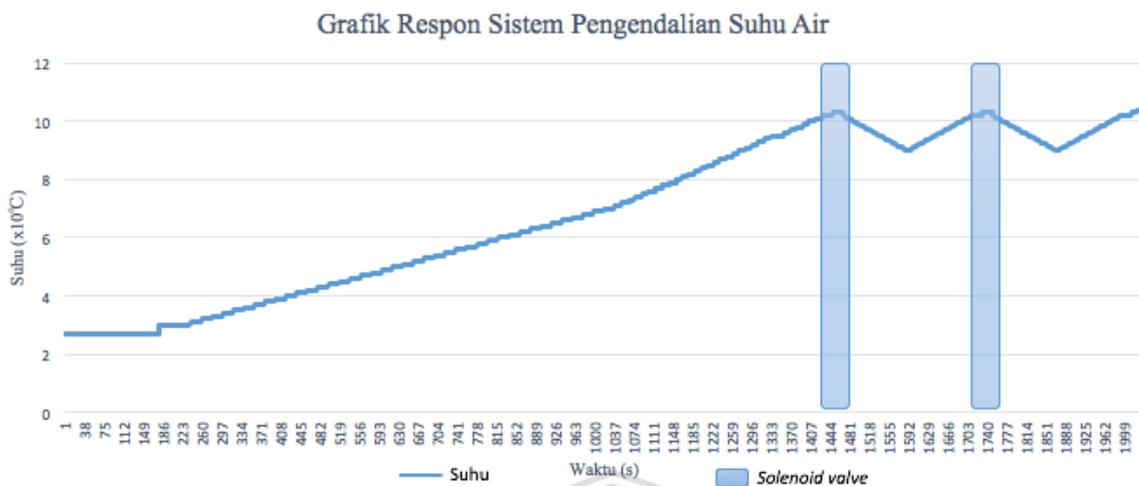


Gambar 4.5 Perbandingan PT100

4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

- a. Tujuan
 - Mengetahui bagaimana respon sistem dengan pengontrolan ONOFF.
 - Mengetahui t_s (*settling time*) sistem pada saat suhu telah mencapai *setpoint* 100°C.
- b. Alat yang digunakan
 - Sensor PT100.
 - PR5333A *Programmable Temperature Transmitter*.
 - Modul *input analog* dan *output digital*.
 - *Heater* 220VAC/600Watt.
 - 2 buah tabung penampungan.
 - *Solenoid valve*.
 - *Distributed Control System*.
 - *Relay* OMRON MY2JN-J.
 - *Power supply*.
 - Kabel.
 - Selang penghubung.
 - Program DCS.
- c. Langkah pengujian
 - Buatlah program pengontrolan suhu menggunakan blok ONOFF pada *function block*.
 - Kemudian program di *download* melalui HIS ke FCS.
 - Rangkai seluruh bagian perangkat keras sesuai dengan perancangan sistem.
 - Tampilkan *faceplate* SUHU.
 - Kemudian tampilkan *trend* pada *faceplate*.
 - Setelah itu ubah mode pengontrolan pada *faceplate* SUHU dari yang awalnya MAN (Manual) menjadi AUT (Automatic).
 - Setelah itu amati proses beserta respon yang terjadi pada sistem.

d. Hasil pengujian dan analisis



Gambar 4.6 Grafik Respon Sistem Pengendalian Suhu Air

Pada sistem pengendalian suhu air menggunakan *solenoid valve* sebagai aktuator. *Solenoid valve* aktif ketika suhu telah mencapai atau melebihi batas atas dari *set point* yang ditentukan yaitu 100°C. Pada saat suhu telah melebihi 100°C maka *solenoid valve* akan aktif dan air akan mengalir keluar. Pada saat air keluar maka level air akan menurun pada level tertentu sehingga air masuk ke dalam tangki dan terjadi penambahan air. Air yang masuk ke dalam tangki akan bercampur sehingga terjadi pencampuran air yang berbeda suhu maka suhu air pada tangki akan menurun. Grafik respon pengendalian suhu pada air dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Grafik pada Gambar 4.6 menunjukkan waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk mencapai *steady state (settling time)* adalah 1407 detik atau 23 menit 45 detik dari suhu awal yaitu suhu ruangan sebesar 27°C hingga mencapai suhu yang diinginkan yaitu 100°C. Pada detik ke 1430 atau 24 menit 8 detik *solenoid valve* aktif karena pada saat itu suhu air telah mencapai 102°C. 102°C adalah nilai histerisis dari kontroler ONOFF pada saat ON dan 98°C pada saat OFF dikarenakan aksi kontroler ONOFF tidak bisa tepat *setpoint* itulah disebut dengan histerisis. Karena *valve* aktif maka ketinggian air akan menurun pada ketinggian tertentu yang mengakibatkan akan terdapat penambahan air kembali. Akibat adanya air yang ditambahkan kedalam tangki maka akan terjadi pencampuran antara air di tangki dengan air yang baru ditambahkan sehingga suhu air yang berada didalam tangki akan menurun. Pada detik ke 1471 atau 24 menit 51 detik *solenoid valve* akan menutup kembali, hal ini karena suhu air saat itu sebesar 98°C. Proses ini kembali terjadi pada detik ke 1712 atau 28 menit 33 detik. Waktu yang dibutuhkan sistem untuk dapat kembali ke nilai awal yang diberikan setelah diberi gangguan adalah 2 menit 2 detik. Error yang

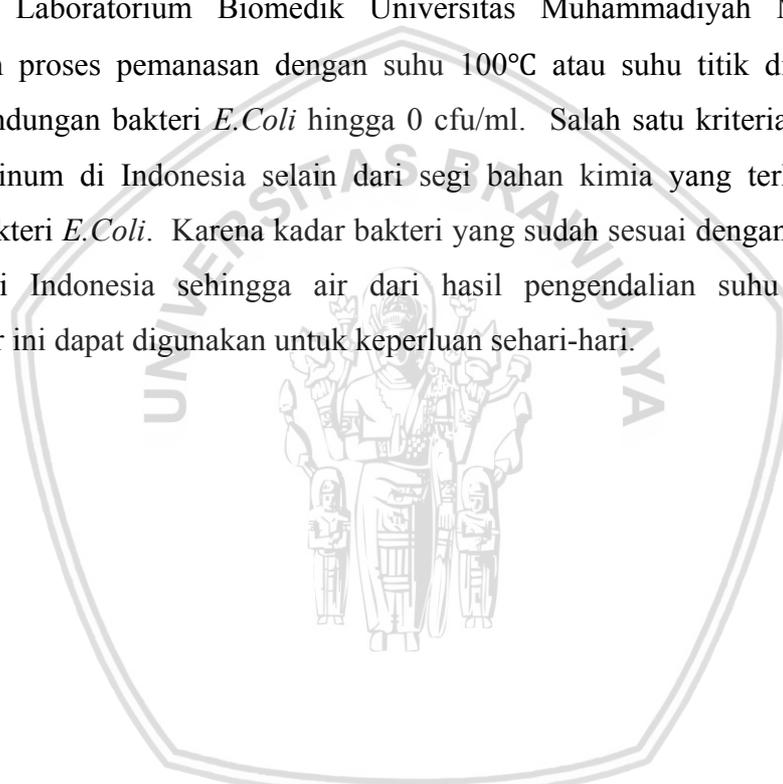
dihasilkan oleh sistem pengendalian suhu adalah sebesar 2,5%. Nilai eror 2,5% diperoleh dari selisih nilai *output* saat *steady state* dengan nilai *input* dibagi dengan nilai *input* dikali 100%.

4.5 Hasil Pengujian Air

Tabel 4.5 Hasil Uji Kandungan Bakteri

NO	SAMPEL	HITUNG (e.coli)	(cfu/ml)
1	1	0	0

Pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa hasil dari pengujian sampel air yang telah dilakukan di Laboratorium Biomedik Universitas Muhammadiyah Malang dengan memanfaatkan proses pemanasan dengan suhu 100°C atau suhu titik didih air mampu mereduksi kandungan bakteri *E.Coli* hingga 0 cfu/ml. Salah satu kriteria indikasi dalam standar air minum di Indonesia selain dari segi bahan kimia yang terkandung adalah kandungan bakteri *E.Coli*. Karena kadar bakteri yang sudah sesuai dengan kriteria standar air minum di Indonesia sehingga air dari hasil pengendalian suhu pada miniatur pengolahan air ini dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari.





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada perancangan sistem pengendalian suhu pada miniatur pengolahan air terbagi menjadi dua yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perancangan perangkat keras (*Hardware*) seperti sensor temperatur PT100 dan *solenoid valve* dihubungkan dengan modul *input/output* pada DCS Centum VP dengan menggunakan kontrol ONOFF.
2. Pada sistem pengendalian suhu dengan *set point* 100°C memiliki *settling time* sebesar 23 menit 45 detik. Sistem setelah diberi gangguan dapat kembali ke nilai awal dengan waktu 2 menit 2 detik. Sedangkan eror yang dihasilkan sistem sebesar 2,5%.
3. Kontroler ONOFF pada pengendalian suhu memiliki nilai histerisis sebesar 102°C dan 98°C dengan lebar fluktuasi sebesar 4°C dan frekuensi fluktuasi sebesar 2 Hz.
4. Pengujian air hasil dari pemanasan didapatkan hasil kandungan bakteri *E.Coli* 0 cfu/ml.

5.2 Saran

Saran untuk meningkatkan respon dari sistem pengolahan air, gunakan panci dengan bahan yang memiliki tingkat konduktivitas yang tinggi dan juga menggunakan pemanas dengan daya yang besar sehingga dapat mempercepat proses pemanasan.



DAFTAR PUSTAKA

- Andri, N. 2016. *Sistem Pengendalian Suhu dan Level Heat Exchanger Menggunakan DCS Yokogawa Centum VP*. Skripsi. Teknik Elektro. Universitas Brawijaya. Malang.
- Bolton, W. 2004. *Programmable Logic Controller (PLC)*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Bolton, W. 2004. *Sistem Instrumentasi Dan Sistem Kontrol*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Dwidjoseputro.1994. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan Kelima. Yogyakarta : Kanisius.
- Huisman, L. 1975. *Slow Sand Filter*. *Journal Daft University of Technology*. Netherlands.
- Hem, J.D. 1970. *Study and Interpretation of the Chemical Characteristic of Natural Water*. Washington : United States Government Printing Office.
- Indra Dwi, Cahya. 2016. *Pengendalian Suhu Pada Sistem Destilasi Air Laut Menggunakan Yokogawa DCS Centum VP*. Skripsi. Teknik Elektro. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ogata, K. 2010. *Modern Control Engineering*, Person Education, Inc, publishing as Prentice Hall, One Lake Street, Upper Saddle River, New Jersey 07458. Fifth Edition.
- Mursid, R. 1991. *Tugas Akhir Proporsional Chlorination*, Program Studi Teknik Lingkungan, FTSP, ITS, Surabaya.
- Pramitasari, D. 2007. *Pengaruh Desinfektan Terhadap Coliform Dalam Air Tanah*. Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP. UPN. Jawa Timur, Surabaya.
- PT. Yokogawa Indonesia. 2008. *ENGINEER COURSE*.
- Razif.M, 1985, *Pengolahan Air Minum*, Diktat TP-FTSP-ITS, Surabaya.
- Rochyatun, E. 1996. *Pengamatan Oksigen Kimiawi (COD) dan Oksigen Terlarut (DO) di Perairan Muara Sungai Bengawan Solo dan Kali Porong*. Laporan Penelitian Inventarisasi dan Evaluasi Lingkungan Pesisir, Oseanografi, Biologi dan Ekologi hal 125-130. Jakarta. P₃O-LIPI.
- Rodda, J.C., Downing, R. A., Law, F.M. 1976. *Systematic Hydrology*. London : Butterworth & Co (Publisher) Ltd.
- Rofiqi, Fuad. 2012. *Definisi, Instrumentasi, Prinsip Kerja dan Metode Analisis Gas Cromatografi Mass Spectrometry (GCMS)*
- Saftari, Firmansyah. 2006. *Utak-Atik Otomotif*. Jakarta : Penerbit PT. Elex Media Komputindo.

Sunarto. 2006. *Teknologi Infotmasi dan Komunikasi*. Jakarta : Grasindo.

Triatmodjo, B.2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset

