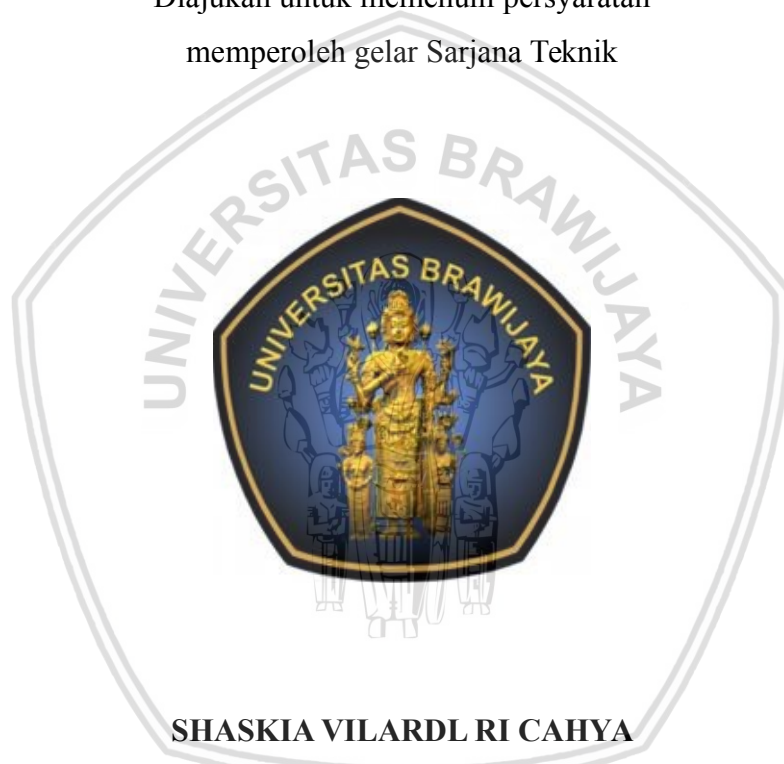


**PENGUNAAN *DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM* SEBAGAI
PENGONTROLAN KETINGGIAN AIR PADA MINIATUR
PENGOLAHAN AIR BERSIH LAYAK KONSUMSI**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SHASKIA VILARDL RI CAHYA
NIM. 145060301111041**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN
PENGUNAAN *DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM* SEBAGAI
PENGONTROLAN KETINGGIAN AIR PADA MINIATUR
PENGOLAHAN AIR BERSIH LAYAK KONSUMSI

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK KONTROL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



SHASKIA VILARDI RI CAHYA

NIM. 145060301111041

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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D. IPM
NIP. 197305202008011013

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rahmadwati'.

Rahmadwati, ST., MT., Ph.D
NIP. 197711022006042003

JUDUL SKRIPSI :

PENGGUNAAN *DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM* SEBAGAI PENGONTROLAN KETINGGIAN AIR PADA MINIATUR PENGOLAHAN AIR BERSIH LAYAK KONSUMSI

Nama Mahasiswa : Shaskia Vilardl Ri Cahya

NIM : 145060301111041

Program Studi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Kontrol

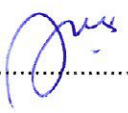
KOMISI PEMBIMBING :

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

TIM DOSEN PENGUJI :

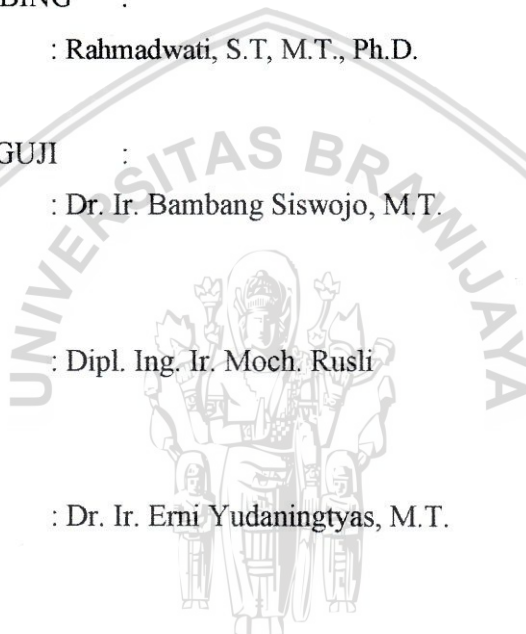
Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Bambang Siswojo, M.T. 

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

Dosen Penguji 3 : Dr. Ir. Erni Yudaningtyas, M.T. 

Tanggal Ujian : 23 Juli 2018

SK Penguji : No. 1503 Tahun 2018



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

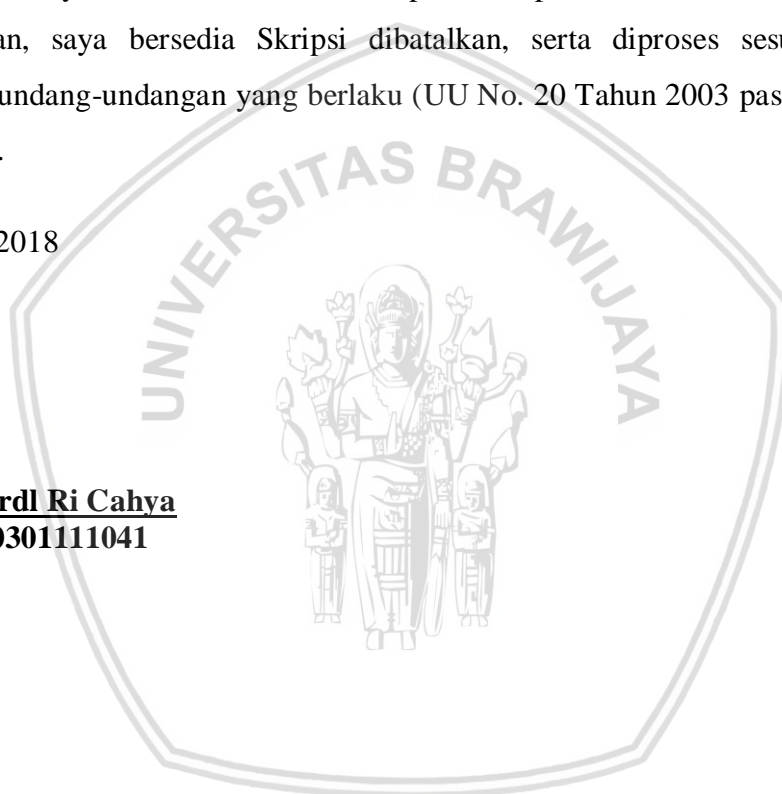
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain 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, Juli 2018

Mahasiswa,

Shaskia Vilardl Ri Cahya
NIM. 145060301111041



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Shaskia Vilardl Ri Cahya
Tempat/Tanggal Lahir : Bekasi, 3 Desember 1995
Alamat Asal : Jl. Lumbu Timur 1j Blok 6 no.249 Rawalumbu, Bekasi
Alamat di Malang : GriyaShanta RW 19 Blok J222,Malang
Riwayat Pendidikan :

1. TK : TK Bani Saleh 2 Kota Bekasi
Tahun : 2000 - 2002
2. SD : SD Bani Saleh 6 Kota Bekasi
Tahun : 2002 - 2008
3. SMP : SMP Bani Saleh 2 Kota Bekasi
Tahun : 2008 - 2011
4. SMA : SMAI Panglima Besar Soedirman 1 Kota Bekasi
Tahun : 2011 - 2014
5. Perguruan Tinggi : Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya
Malang
Tahun : 2014 - 2018



*Teriring Ucapan Terima Kasih Kepada :
Mama dan Papa tercinta*





RINGKASAN

Shaskia Vilardl Ri Cahya, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Penggunaan Distributed Control System Sebagai Sistem Pengontrolan Ketinggian Air Pada Miniatur Pengolahan Air Bersih Layak Konsumsi*. Dosen Pembimbing : Rachmadwati.

Kebutuhan air bersih di daerah curah hujan rendah seperti di Provinsi Nusa Tenggara Timur, menjadi hal yang sangat penting. Karena ketersediaan air dengan kebutuhan warga tidak sebanding. Dalam memenuhi kebutuhan air diperlukan sebuah alat yang dapat mengatasi air bersih. Air sungai memiliki bakteri yang sangat tinggi, sehingga di perlukan pengolahan air untuk menghasilkan air bersih. Proses pengolahan air sungai yang dilakukan dengan 2 proses. Filtrasi dan pemanasan, adalah proses menghasilkan air bersih melalui pengolahan pemanasan dan filtrasi yang diolah dari air sungai agar layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Agar lebih memahami proses yang terjadi pada pengolahan air maka dibuatlah *mini-plant* proses yang mewakili proses pengontrolan ketinggian air. Oleh karena itu dalam hal pengontrolan prosesnya dibutuhkan sebuah *Distributed Control System (DCS)*. Dengan DCS, proses pengontrolan ketinggian air pada pengolahan air dapat secara mudah dimonitor. Dengan pemanfaatan graphic mode sebagai *Human Manufactur Interface (HIS)* yang dapat secara mudah diamati perubahan variabel-variabel yang terjadi didalam proses pengontrolan. Dalam proses pengontrolannya yaitu sistem pengontrolan ketinggian air pada tangki pengolahan air menggunakan DCS. Pada penelitian ini menggunakan kontroler *on-off* dengan sistem pengontrolan ketinggian air. Dari hasil pengujian didapat sistem pengontrolan ketinggian air memiliki *settling time* sebesar 85 detik dengan *recovery time* sebesar 9 detik dan *error* sebesar 1,6%.

Kata kunci: *Distributed Control system (DCS), Ketinggian Air, on-off*

SUMMARY

Shaskia Vilardl Ri Cahya, *Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, July 2018, Use Of Distributed Control System as a Water Level Control System on Miniature Water Treatment Worth Consumption.. Academic Supervisor: Rachmadwati.*

The need of clean water in low rainfall areas such as in East Nusa Tenggara Province, becomes very important. Because of the availability of water to the resident's needs are not comparable. In meeting water needs required a tool that can cope with the clean water. River water has very high bacteria, so that needs water treatment to produce clean water. River water treatment into clean water with 2 process. Filtration and heating, is the process of producing clean water through the processing of heating and filtration processed from river water that is suitable to be used to meet daily needs. To better understand the processes occurring in the water treatment then made a mini-plant processes that represent the process of controlling the water level. Therefore, in terms of controlling the process takes a *Distributed Control System* (DCS). With DCS, process control of water level in water treatment can be easily monitored. With the utilization of graphic mode as *Human Manufactur Interface* (HIS) that can be easily observed changes in variables that occur in the control process. In the process of controlling the system of controlling the water level in the water treatment tank using DCS. This research use on-off controller with water level controlling system. The test results obtained water level control system has a settling time of 85 seconds with a recovery time of 9 seconds and an error of 1.6%.

Keywords: *Distributed Control System (DCS), Water Level, on-off*

PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim. Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penggunaan Distributed Control System sebagai pengontrolan Ketinggian Air Pada Miniatur Pengolahan Air Bersih Layak Konsumsi” dengan baik. Tak lepas shalawat serta salam turunkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi yang mengharapkan rahmat dan hidayah-Nya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Allah SWT yang telah memberikan kelancaran, kemudahan dan hidayah-Nya.
- Keluarga tercinta, kedua orang tua Drs. Cece Cahyadi, M.Si dan Rina Rohayati, S.E. yang selalu memberikan kasih sayang dan doanya yang tiada akhir. Adik tercinta Abil dan Ailsa yang selalu memberikan dukungan.
- Ibu Rachmadwati, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberikan saran, nasehat dan pembelajaran.
- Bapak Ir. Hadi Suyono, ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Ibu Ir. Nurussa'adah, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- Bapak Ali Mustofa, ST., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- Bapak Ir. Purwanto, M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian konsentrasi Teknik Kontrol Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
- Seluruh dosen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membimbing dan memberi ilmu pada setiap mata kuliah.
- Syadza Afra Yasmin atas motivasi, waktu, perhatian, pengertian, semangat, bantuan dan kesabarannya yang telah diberikan.
- Laboratorium Sistem Kontrol Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas segala alat serta sarana dan prasarana yang dimanfaatkan penulis dalam melakukan penelitian.

- Pranata Laboratorium, Mbak Eka dan Keluarga besar asisten Laboratorium Sistem Kontrol, Mas Avif, Mas Andri, Mbak Ana, Mbak Diana, Mas Rifan, Mas Yudha, Mas Rony, Mas Iqbal, Mas Zaini, Alfin, Vilar, Alfian, Aldi, Wawan, Canggih, Yoppy, Bobby, Pangky, Kukuh, Galih, Fajar, Atha, Firdha, Nike, Karil, Godam terima kasih telah memberikan banyak bantuan, dukungan dan canda tawa.
- Teman seperjuangan skripsi, Andriyan Rizky dan Rizki Zein, untuk dukungan, ilmu, bantuan, saran, dan semangat untuk menyelesaikan skripsi.
- Keluarga besar Dioda 2014 yang telah memberikan bantuan, do'a, dukungan, doa dan semangat dalam masa studi dan penyelesaian skripsi ini.
- Teman-teman konsentrasi Teknik Kontrol 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 penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, karena keterbatasan ilmu dan kendala-kendala lain yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Filtrasi	5
2.2 Air Sungai	6
2.3 Pompa	6
2.4 Pemanasan Air	7
2.5 Distributed Control System	8
2.5.1 Prinsip Kerja DCS.....	9
2.5.2 Arsitektur DCS.....	9
2.5.3 Komponen Dasar DCS.....	10
2.6 Sensor E-Tape Level.....	12
2.7 Relay.....	13
2.8 Elemen Panas.....	13
2.9 Filter.....	14
2.10 Kompor Listrik.....	15
2.11 Tanggapan Peralihan.....	15



2.12	Kontroler.....	17
2.13	Kontroler ON-OFF.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Perancangan Blok Diagram Sistem	21
3.2	Spesifikasi Desain.....	21
3.3	Pembuatan Perangkat Keras.....	22
3.3.1	Desain Model Plant.....	22
3.3.2	Konfigurasi Port I/O DCS.....	23
3.3.3	Filter.....	25
3.3.4	Relay.....	25
3.3.5	Sensor E-Tape Level.....	25
3.3.6	Pompa.....	26
3.3.7	Kompor Listrik.....	26
3.4	Perancangan Algoritma.....	26
3.4.1	Pembuatan Function Block.....	27
3.4.2	Function Block Sistem Keseluruhan.....	28
3.4.3	Pembuatan Trend.....	29
3.5	Pengujian Alat.....	30
3.5.1	Pengujian Perangkat Keras (Hardware).....	30
3.5.1.1	Pengujian DCS.....	30
3.5.1.2	Pengujian Sensor E-Tape Level.....	30
3.5.1.3	Pengujian Pompa.....	31
3.5.1.4	Pengujian Kompor Listrik.....	31
3.6	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	31
3.7	Pengambilan Keputusan.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		32
4.1	Pengujian DCS.....	32
4.2	pengujian Pompa.....	34



4.3 pengujian Sensor E-Tape Level.....	35
4.4 pengujian Keseluruhan Sistem	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN 1.....	42
LAMPIRAN 2.....	44



DAFTAR TABEL

Tabel 3.2 Konfigurasi Port I/O DCS.....	25
Tabel 4.1 Hasil Pengujian DCS.....	33
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pompa.....	35
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor E-Tape Level.....	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pompa.....	7
Gambar 2.2 Bagian-bagian Jaringan DCS	8
Gambar 2.3 Operation Station.....	11
Gambar 2.4 Sensor E-Tape Level.....	12
Gambar 2.5 Relay.....	13
Gambar 2.6 Filter Lifestraw Vestergaard.....	14
Gambar 2.7 Kompor Listrik.....	15
Gambar 2.8 Output Unit Step Sistem Orde Dua.....	16
Gambar 2.9 Diagram Blok Sistem dengan Kontroler Otomatis.....	18
Gambar 2.10 Diagram Blok Kontroler On-Off dengan Celah Differensial.....	19
Gambar 2.11 Ilustrasi Kontroler On-Off.....	19
Gambar 2.12 Ilustrasi <i>band</i> Pada Kontroler On-Off.....	20
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan.....	21
Gambar 3.2 Desain Model Plant.....	23
Gambar 3.3 Saklar Input Digital DCS.....	23
Gambar 3.4 Port Input Digital DCS.....	24
Gambar 3.5 Port Output Digital DCS.....	24
Gambar 3.6 Window “Create New Project”.....	26
Gambar 3.7 Diagram Alur Pembuatan Function Block.....	28
Gambar 3.8 Function Blok Secara Keseluruhan	28
Gambar 3.9 Diagram Alir Pembuatan Trend.....	29
Gambar 4.1 Program Pengujian DCS.....	33
Gambar 4.2 Rangkaian Pengujian Karakteristik Pompa.....	34
Gambar 4.3 Rangkain Pengujian Sensor E-Tape Level.....	36
Gambar 4.4 Hasil Perbandingan Ketinggian Air.....	37
Gambar 4.5 Grafik Respon Sistem Pengontrolan Ketinggian Air.....	38



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dua pertiga wilayah di bumi terdiri atas air, tentunya jumlah air ini sangat mencukupi bagi kehidupan manusia. Akan tetapi, air bersih di bumi sangat terbatas, jumlahnya hanya 3% dari total air yang ada, selebihnya adalah air laut. Dari jumlah tersebut hanya 30% nya berupa air tanah sementara 70% nya berupa gunung es dan glacier. Hanya ada 0,3% air tawar yang ada di permukaan yang bisa diakses manusia langsung.

Sebagai kebutuhan dasar dalam kehidupan, air selalu diperlukan manusia untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Manusia menggunakan air untuk minum, mandi, cuci dan sebagainya. Oleh sebab itu, air merupakan kebutuhan yang harus selalu ada bagi manusia. Bagi manusia, air diperlukan untuk menunjang kehidupan, antara lain dalam kondisi yang layak digunakan tanpa mengganggu kesehatan (Depkes RI,2010).

Mengingat terdapat banyak air keruh dan tidak bersih di berbagai daerah di Indonesia salah satunya adalah air sungai. Air sungai memiliki tingkat kualitas air yang rendah dan tidak higienis menyebabkan air tersebut tidak dapat langsung dipergunakan. Sehingga perlu adanya pengolahan terlebih dahulu sehingga aman untuk digunakan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya. Maka sangat perlu di perhatikan ketersediaan akan air bersih.

Keterbatasan air bersih di dunia terutama di Negara Indonesia dimana tempat-tempat terpencil serta mengalami kesulitan sumber mata air mendorong untuk melakukan kegiatan mengubah air sungai menjadi air bersih dengan proses filtrasi dan pemanasan. Proses pengolahan air filtrasi sudah banyak digunakan dan berkembang pesat di negara-negara besar maupun negara berkembang. Banyak dijumpai di kota-kota besar di Indonesia yang melakukan proses tersebut dalam skala besar, seperti contohnya perusahaan air minum daerah.



Filtrasi adalah proses yang digunakan untuk memisahkan padatan dari cairan atau gas dengan menggunakan media saring yang memungkinkan cairan tersebut lewat, tapi bukan padatan. Istilah “filtrasi” berlaku baik filter itu mekanis, biologis, atau fisik. Cairan yang melewati filter disebut filtrat. Media saringannya bisa berupa filter permukaan, yang merupakan padatan yang menjebak partikel padat, atau saringan dalam, yang merupakan bahan dasar yang menjebak padatan. (Arwandah, 2017).

Filtrasi bertujuan memisahkan padatan dari campuran fasa cair dengan *driving force* perbedaan tekanan sehingga mendorong fasa cair melewati lapisan *suport* pada medium filter. Pada proses filtrasi, pemisahan padatan akan tertahan pada medium penyaring. Sedangkan fasa cair yang melewati medium filter berupa limbah/ hasil sampingnya. (Suyatno, 2004).

Proses pemanasan dilakukan untuk menghilangkan bakteri dan kuman dari air sungai yang menjadi air bersih. Pada proses ini air sungai di tangki pengolahan akan terus mengalami pemanasan secara terus menerus sehingga membuat air filtrasi menjadi berkurang. Hal tersebut menyebabkan proses pengolahan berhenti dikarenakan membutuhkan pengisian ulang air hasil filtrasi yang akan di panaskan. Berdasarkan permasalahan tersebut maka di tangki pengolahan dibutuhkan sistem untuk mengontrol level air agar air filtrasi tidak habis dalam proses pemanasan. Selain itu, pengontrolan proses pemanasan dilakukan dengan cara memasak air hasil filtrasi dari tabung kemudian disalurkan ke dalam tabung pemanas. level dibutuhkan agar tidak terjadi perubahan besar pada suhu air ketika proses pemanasan dilakukan. Pada prosesnya dilakukan kurang lebih 12 jam setiap harinya, maka diperlukan alat pengontrol *plant* secara mudah dan cepat.

Pada penelitian sebelumnya (Arief, 2014), kontroler yang digunakan adalah kontroler *on-off* dengan waktu 40 menit dapat mempertahankan ketinggian level air antara 6,8 cm – 7,3 cm dan periode dari *set point* kembali ke *set point* lagi akibat pemanasan dengan waktu 15 menit setiap periode. Pada pengontrolan menggunakan kontroler *on-off* ini sudah menghasilkan air bersih yang cukup, namun terbatas pada skala yang kecil. Dalam kenyataannya, proses pengolahan air ini sudah menjadi komoditas industri dengan skala besar.

Distributed Control System (DCS) merupakan alat yang di rancang untuk mengatur *level* air dalam pengolahan air secara otomatis. DCS adalah perkembangan teknologi pengontrolan yang mampu mengontrol *plant* dalam sekala besar dan sekala industri karena mudah di program, mudah dalam perawatan, dan memberikan kecepatan proses yang tinggi. Dengan demikian, Pada penggunaan DCS ini sebagai alat pengontrol *level* air diharapkan

mampu untuk mengontrol *level* air pada proses pengolahan pemanasan air bersih, sehingga proses dapat berlangsung secara kontinyu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang system pengolahan air sungai dengan proses pemanasan air sungai sehingga proses berlangsung secara kontinyu?
2. Bagaimana merancang pengontrolan ketinggian air pada pengolahan air sungai menggunakan Yokogawa DCS Centum VP?

1.3 Batasan Masalah

Mengacu pada permasalahan pada skripsi ini, maka akan dibatasi pada:

1. Sistem pengontrolan level air yang digunakan adalah miniature untuk penelitian yang dibuat dengan desain sendiri.
2. Kinerja elektronik tidak dibahas secara mendalam.
3. Dimensi tangki pengolahan dengan kapasitas 5 Liter.
4. Tidak membahas tentang proses pengolahan yang terjadi
5. Tidak membahas unsur-unsur bahan kimia dan fisika yang terkandung pada air sungai.
6. Tidak membahas kualitas dan kuantitas air yang dihasilkan.
7. Tidak membahas reaksi kimia yang terjadi.
8. Pengontrolan dilakukan oleh DCS dengan menggunakan metode pengontrolan *on-off*.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengontrolan level air pada tangki pengolahan untuk proses pengolahan air sungai menggunakan Yokogawa DCS Centum VP. Diharapkan sistem dapat berlangsung secara kontinyu dan untuk penelitian lebih mendalam tentang alat pengendali DCS di Laboratorium Sistem Kontrol Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan teknik menghasilkan air tawar yang layak untuk dikonsumsi dengan proses pengolahan air sungai yang dapat dikontrol ketinggian airnya pada tabung pengolahan sesuai dengan yang diinginkan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Filtrasi

Filtrasi adalah proses yang digunakan untuk memisahkan padatan dari cairan atau gas dengan menggunakan media saring yang memungkinkan cairan tersebut lewat, tapi bukan padatan. Istilah “filtrasi” berlaku baik filter itu mekanis, biologis, atau fisik. Cairan yang melewati filter disebut filtrat. Media saringannya bisa berupa filter permukaan, yang merupakan padatan yang menjebak partikel padat, atau saringan dalam, yang merupakan bahan dasar yang menjebak padatan. (Arwandah, 2017).

Filtrasi bertujuan memisahkan padatan dari campuran fasa cair dengan *driving force* perbedaan tekanan sehingga mendorong fasa cair melewati lapisan *suport* pada medium filter. Pada proses filtrasi, pemisahan padatan akan tertahan pada medium penyaring. Sedangkan fasa cair yang melewati medium filter berupa limbah/ hasil sampingnya. (Suyatno, 2004).

Dalam sistem operasi filtrasi yang banyak digunakan ialah kain kanvas, baik yang dengan anyaman kepar atau yang lain. Dalam hal ini terdapat kanvas dengan berbagai bobot dan anyaman, masing-masing untuk penggunaan tertentu. Untuk zat cair yang bersifat korosif digunakan medium filter yang lain, seperti kain wol, tenunan logam monel atau baja tahan karat, tenunan gelas atau, kertas. Kain sintesis seperti nilon, polipropilena, Saran dan Dacron juga sangat tahan secara kimia. (Arwandah, 2017).

Penyaringan kotoran dapat terjadi karena pembentukan alumunium hidroksida, $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang berupa partikel padat yang akan menarik partikel - partikel kotoran sehingga menggumpal bersama-sama, menjadi besar dan berat dan segera dapat mengendap. Cara pembubuhan tawas dapat dilakukan sebagai berikut yaitu : sejumlah tawas/ alum dilarutkan dalam air kemudian dimasukkan kedalam air baku lalu diaduk dengan cepat hingga merata selama kurang lebih 2 menit. Setelah itu kecepatan pengadukkan dikurangi sedemikian rupa sehingga terbentuk gumpalan - gumpalan kotoran akibat bergabungnya kotoran tersuspensi yang ada dalam air baku. Setelah itu dibiarkan beberapa saat sehingga

gumpalan kotoran atau disebut flok tumbuh menjadi besar dan berat dan cepat mengendap. Proses tersebut mempercepat penyaringan. (Satmuko Yudo, 2005).

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

2.2 Air Sungai

Air sungai adalah air yang berasal dari hujan dan es mencair yang memiliki rasa air tawar. Walaupun kebanyakan air sungai memiliki air yang tawar tetapi ada sungai yang memiliki kandungan air tawar yang sangat tinggi. Sebagai contohnya, sungai membrano di puncak gunung jayawijaya Papua. Disana memiliki kadar air tawar yang tinggi karena mencairnya glester dari gunung jayawijaya. Dimana suhu dingin dan sirkulasi terbatas membuat pencairan tinggi.

Keberadaan kandungan senyawa kimia juga mempengaruhi air sungai. Beberapa mengandung kimia dari limbah pabrik, tetapi ada juga yang mengandung senyawa nabati. Senyawa utama yang terdapat di dalam air sungai adalah Chlorine (5,68%), Sodium (5,79%), Magnesium (3,41%), Kalsium (20,29%), Potassium (2,12%), Silica (11,67%), Oksida (2,75%), Cobalt (35,15%) dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari Nitrat, Iron, Sulfur, oksigen. Dua sumber utama air sungai di sungai adalah pengikisan tanah darat yang di lalui sungai, pengendapan pasir atau tanah (Richard Hart, 1985).

2.3 Pompa

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan melalui pipa dengan cara menaikkan tekanan pada cairan yang di pindahkan.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (suction) dengan bagian keluar (discharge). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), tenaga

tersebut berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran. Bentuk fisik pompa ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Pompa 12 V

Sumber : Sularso & H, Taraha, 2000

2.4 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 bersama-sama 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)

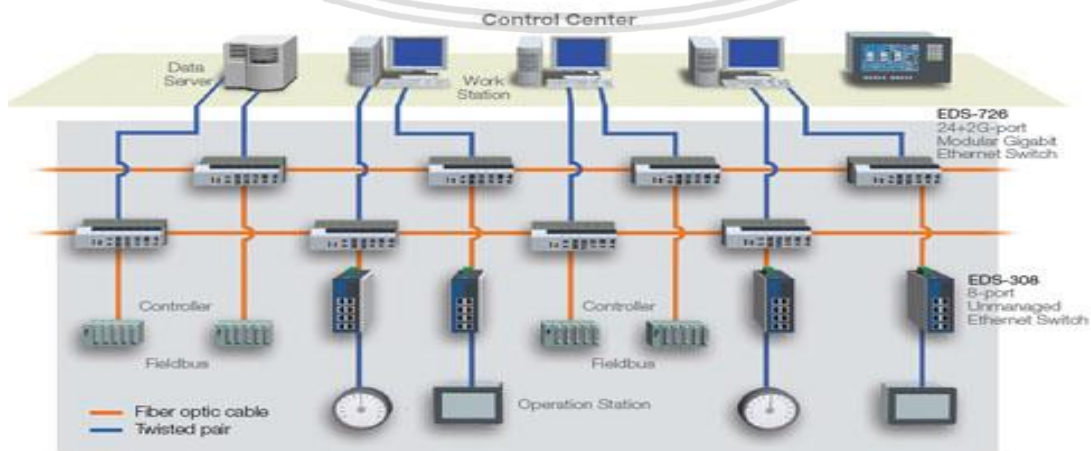
2.5 Distributed Control System (DCS)

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 2.2



Gambar 2.2 Bagian-bagian jaringan DCS

Sumber : Yokogawa, 2009

2.5.1 Prinsip Kerja DCS

Secara garis besar operasi pengontrolan proses menggunakan DCS adalah *variable – variable* proses di lapangan yang diukur secara analog dan dikirim ke suatu stasiun kontrol lapangan. Di sini *variable* terukur yang sinyalnya masih bersifat analog ($4 – 20 \text{ mA} / 1 – 5 \text{ Vdc}$) yang diubah menjadi sinyal digital yang kemudian diolah bersama – sama *setpoint* yang diberikan oleh suatu algoritma program pengontrol tertentu (Khairul, 2014).

Algoritma bertindak sebagai kontroler dari sistem. Hasil perhitungan merupakan sinyal digital yang dimanipulasi oleh sistem yang kemudian dikirim ke lapangan untuk menggerakkan *actuator* guna melaksanakan perubahan yang diperlukan pada *variable* proses. *Variable* termanipulasi yang dihasilkan kontroler sebelum dikirim ke lapangan diubah menjadi sinyal analog dan dikondisikan sehingga sesuai dengan peralatan *actuator* yang digunakan (Khairul, 2014).

Adapun fungsi dan kelebihan dari DCS sebagai berikut (Khairul, 2014), yaitu:

1. Berikut ini adalah fungsi dari DCS, yaitu:
 - DCS berfungsi sebagai alat untuk melakukan kontrol suatu loop sistem dimana dalam satu loop bisa terjadi beberapa proses kontrol.
 - Berfungsi sebagai pengganti alat – alat kontrol manual dan otomatis yang terpisah-pisah menjadi suatu kesatuan sehingga lebih mudah untuk pemeliharaan dan penggunaannya.
 - Sarana pengumpul data dan pengolahan data agar didapat suatu proses yang benar – benar diinginkan.
2. Berikut ini adalah beberapa kelebihan DCS, yaitu:
 - Fungsi kontrol terdistribusi.
 - Sistem *redundancy* tersedia di setiap *level*.
 - Modifikasi *interlock* sangat mudah.
 - Informasi variabel proses dapat ditampilkan sesuai dengan keinginan *user*.
Maintenance dan *troubleshooting* menjadi lebih mudah.

2.5.2 Arsitektur DCS terdiri atas tiga bagian utama, yaitu :

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.

2.5.3 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.

Operator station juga dapat digunakan untuk menampilkan *trend data*, *messages* dan data proses. Operation station seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.3



Gambar 2.3 Operation Station

Sumber: yokogawa, 2009

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 pengalamanan dan juga memiliki penamaan di *I/O module*.

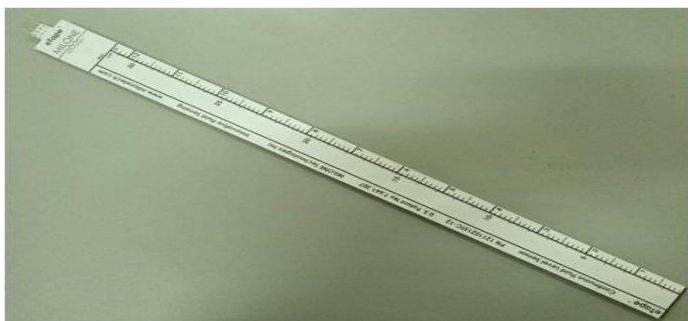
e) *Control Module*

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.

2.6 Sensor E-Tape Level

Sensor eTape digunakan untuk mengukur ketinggian air pada heater. Pada dasarnya sensor ini digunakan untuk mengukur ketinggian air yang naik secara kontinyu. Sensor eTape hanya dapat melakukan kontak langsung dengan objek yang diukur berupa cairan non – korosif, seperti air tawar. Sensor ini bekerja dengan teknologi cetakan elektronik yang memproses secara langsung sirkuit fungsional. Ketika cairan merendam bagian sensor eTape, akibat tekanan hisrostatik terjadi perubahan resistansi yang sesuai dengan jarak dari puncak sensor ke permukaan cairan/ fluida. Sensor eTape menunjukkan *output* resistif yang berbanding terbalik dengan ketinggian cairan: semakin rendah level cairan, semakin tinggi resistansi keluaran, semakin tinggi level cairan, semakin rendah resistansi keluaran. Gambar sensor E-Tape Level dapat dilihat dalam gambar 2.4

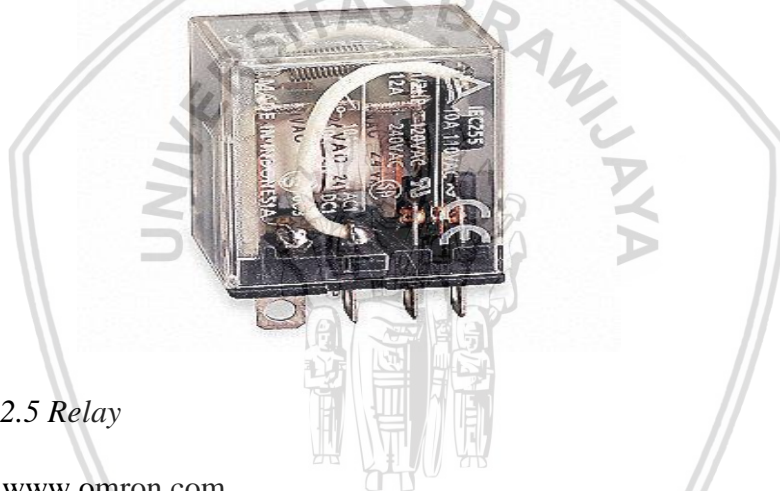


Gambar 2.4 Sensor E-Tape Level

Sumber: www.milonetech.com

2.7 Relay

Relay adalah suatu komponen elektronika yang berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Prinsip kerja relay seperti tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Bentuk fisik relay ditunjukkan pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Relay

Sumber: www.omron.com

Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah diode yang di parallel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

2.8 Elemen Pemanas

Elemen pemanas merupakan piranti yang mengubah energi listrik menjadi energi panas melalui proses *Joule Heating*. Prinsip kerja elemen pemanas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen.

Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri listrik pada kedua ujung dan dilapisi oleh isolator yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan. (Arief, 2014).

Ada 2 macam jenis utama pada elemen pemanas listrik, yaitu:

1. Elemen pemanas listrik bentuk dasar yaitu elemen pemanas dengan *Resistance Wire* hanya dilapisi oleh isolator listrik, macam-macam elemen pemanas bentuk ini adalah : *Ceramic Heater, Silica and Quartz Heater, Bank Channel Heater, Bank Body Ceramic Heater.*
2. Elemen pemanas listrik bentuk lanjut merupakan elemen pemanas dari bentuk dasar yang dilapisi oleh pipa atau lembaran plat logam untuk maksud sebagai penyesuaian terhadap penggunaan dari elemen pemanas tersebut. Bahan logam yang biasa digunakan adalah : *Mild Steel, Stainless Steel*, tembaga dan kuningan.

2.9 Filter

Penyaringan filter ini tidak menggunakan baterai dan tidak menggunakan komponen-komponen penganti. Filter ini dapat menyaring sedikitnya 1000 liter selama pemakaiannya dan juga dapat digunakan pada air keruh seperti air sungai, air danau dan air endapan yang mengandung bakteri, zat kimia dan parasit. Filter ini dilengkapi dengan teknologi microfiltration membran yang dapat menghilangkan bakteri. Alat ini memiliki manfaat bagi penduduk yang tinggal di wilayah atau negara yang intensitas hujan rendah dan kesulitan air bersih.



Gambar 2.6 Filter LifeStraw Vestergaard

Sumber: www.lifestraw.com

2.10 Kompor Listrik Maspion S302

Kompor Listrik adalah elemen pemanas yang bersumber dari aliran listrik. Kompor listrik sebagai gangguan sistem berfungsi untuk memanaskan air dari hasil filtrasi air menuju tangki yang menjadi tempat pemanasan air. Kompor listrik yang digunakan membutuhkan catu daya 600 VDC. Bentuk fisik kompor listrik ditunjukkan pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Kompor listrik Maspion S302

Sumber: www.maspion.com

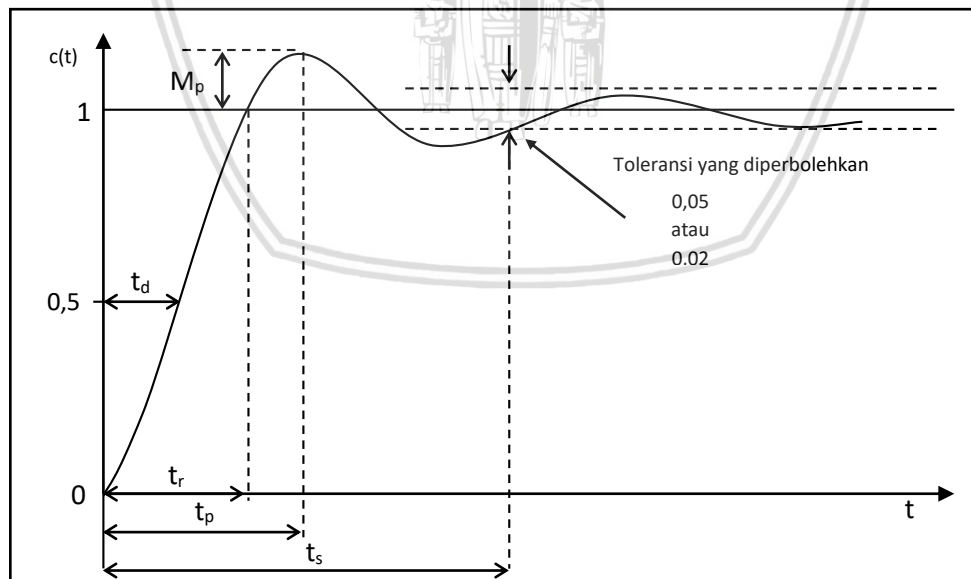
2.11 Tanggapan Peralihan

Sistem dengan tenaga tidak dapat memberikan tanggapan seketika akan menunjukkan tanggapan peralihan walaupun diberi masukan ataupun gangguan. Karakteristik unjuk kerja sistem control yang diinginkan dicirikan oleh suku tanggapan peralihan terhadap masukan unit step karena hal itu mudah dilakukan dan cukup drastic. Jika tanggapan terhadap masukan unit step diketahui, secara matematis dapat dihitung tanggapan untuk masukan yang lain.

Tanggapan peralihan sistem control selalu menunjukkan osilasi teredam sebelum mencapai keadaan mantapnya, hal ini juga menunjukkan bahwa sistem tersebut mempunyai rasio peredaman ($0 < \xi < 1$) yang juga berarti bahwa sistem tersebut merupakan sistem yang kurang teredam/underdamped.

Tanggapan peralihan sistem control terhadap masukan unit step umumnya dikelompokkan sebagai berikut dan seperti terlihat dalam Gambar 2.8

1. Waktu penetapan (*Settling Time*), t_s : merupakan waktu yang diperlukan kurva respons untuk mencapai dan menetap dalam daerah di sekitar nilai akhir yang ukurannya ditentukan dengan prosentase mutlak dari nilai akhir (biasanya 5 % atau 2 %). Waktu penetapan ini dikaitkan dengan konstanta waktu terbesar dari sistem kontrol. Kriteria prosentase kesalahan yang akan digunakan ditentukan dari sasaran disain.
2. Waktu tunda (*Delay Time*), t_d : merupakan waktu yang diperlukan respons untuk mencapai setengah nilai akhir pada saat lonjakan yang pertama kali.
3. Waktu naik (*Rise Time*), t_r : merupakan waktu yang diperlukan respons untuk naik dari 10 sampai 90 %, 5 sampai 95 % atau 0 sampai 100 % dari nilai akhir. Untuk sistem orde dua redaman kurang (*Underdamped*) digunakan waktu naik 0-100 %, dan untuk sistem redaman lebih (*Overdamped*) digunakan waktu naik 10-90 %.
4. Waktu puncak (*Peak Time*), t_p : merupakan waktu yang diperlukan respons untuk mencapai puncak lewatan (lonjakan maksimal) yang pertama kali.
5. Lewatan maksimum (*Maximum Overshoot*), M_p : merupakan nilai puncak maksimum kurva respons yang diukur dari satu. Jika nilai keadaan mantap respons tidak sama dengan satu, maka dapat digunakan persen lewatan maksimum.



Gambar 2.8 Output Unit Step Sistem Orde Dua

2.12 Kontroler

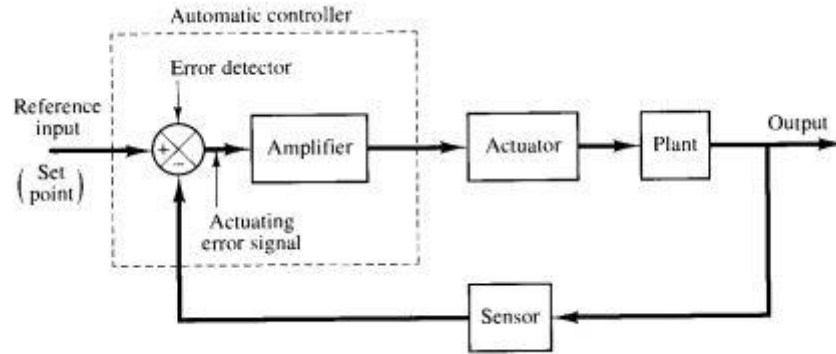
Kontroler seringkali juga disebut dengan istilah kompensator atau pengontrol. Kontroler adalah suatu sistem dinamis yang sengaja ditambahkan untuk mendapatkan karakteristik sistem keseluruhan yang diinginkan (Ogata K, 2010). Fungsi kontroler pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan nilai input dan output sistem secara keseluruhan (*plant*).
2. Menentukan penyimpangan (*error*).
3. Menghasilkan sinyal control (mengurangi penyimpangan (*error*) menjadi nilai nol/nilai yang kecil)

Adapun tujuan control secara khusus adalah sebagai berikut:

1. Meminimumkan *error steady state*.
2. Meminimumkan *setting time*.
3. Mencapai spesifikasi transien yang lain, misalnya meminimumkan *maximum overshoot*.

Sistem loop tertutup dalam Gambar 2.9 menggunakan sinyal *output* yang diumpanbalikkan terhadap *automatic controller* (kontroler otomatis) (Ogata K, 2010), yang akan membuat perubahan terhadap sistem agar output sistem seperti yang diinginkan atau sesuai *set point*. Sensor/transduser digunakan sebagai elemen yang langsung mengadakan kontak dengan objek yang diukur. Transduser berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang diukur menjadi besaran fisis lainnya, seperti mengubah besaran tekanan, temperature, aliran, posisi menjadi besaran listrik. *Actuating error signal* merupakan sinyal kesalahan (*error*) yang merupakan selisih antara sinyal set point dan sinyal *output*. *Actuator* (aktuator) berfungsi untuk mengontrol aliran energi ke sistem yang dikontrol. Sebagai contoh adalah motor listrik, katub pengontrol, pompa dan sebagainya. *Amplifier* merupakan unit yang dibutuhkan karena daya dari *error detector* tidak cukup kuat untuk menggerakkan elemen *output*. Karena fungsi pengontrolan adalah untuk mengendalikan *output* agar kesalahan (*error*) mendekati nol, maka diperlukan penguat daya (*power amplifier*).



Gambar 2.9 Diagram Blok Sistem dengan Kontroller Otomatis

Sumber: K. Ogata, 2010

Kontroler otomatis menghasilkan sinyal control disebut dengan aksi control. Aksi kontrol dasar yang sering digunakan dalam kontroler adalah :

1. Kontroler proposional (P)
2. Kontroler integral (I)
3. Kontroler proposional integral (PI)
4. Kontroler proposional integral diferensial (PID)
5. Kontroler on-off

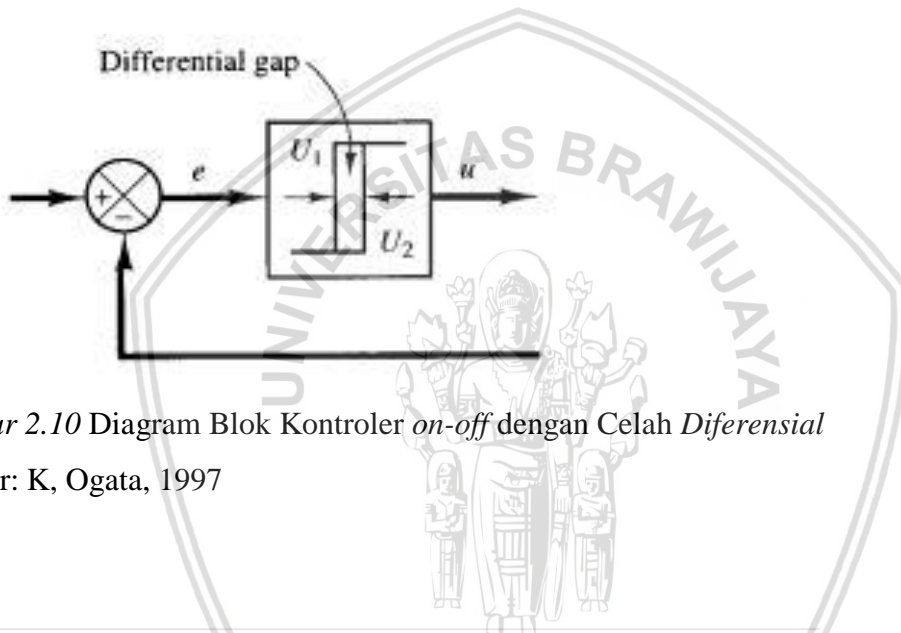
2.13 Kontroler On-Off

Pada sistem control dua posisi, elemen penggerak hanya mempunyai dua posisi yang tetap. Kontroler on-off ini banyak digunakan di industry karena murah dan sederhana. Sinyal kontrol akan tetap pada satu keadaan dan akan berubah ke keadaan lainnya bergantung pada nilai error positif atau negatif. Misal sinyal keluaran kontroler adalah $m(t)$ dan sinyal kesalahan penggerak adalah $e(t)$. Pada kontrol on-off sinyal $m(t)$ akan tetap pada harga maksimum atau minimum, tergantung pada tanda sinyal kesalahan penggerak, positif atau negative, sedemikian rupa sehingga :

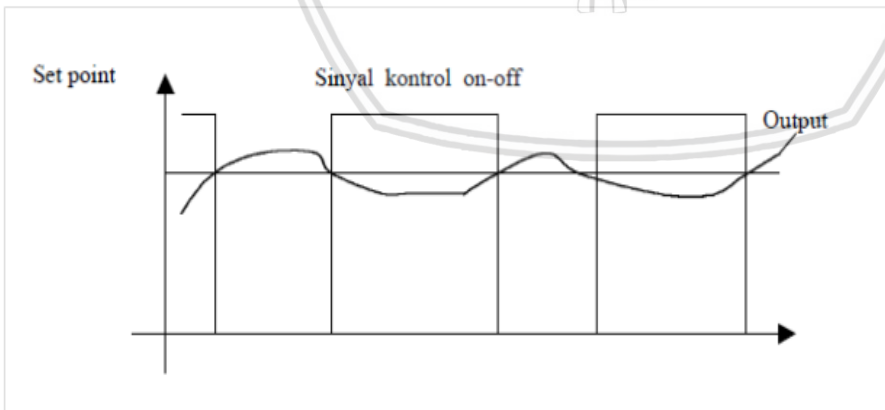
$$m(t) = M_1, e(t) > 0$$

$$= M_2, e(t) < 0$$

Dimana M_1 dan M_2 adalah konstanta. Daerah harga sinyal kesalahan penggerak antara posisi on dan off disebut celah differensial. Celah differensial ini menyebabkan keluaran kontroler $m(t)$ tetap pada harga sekarang sampai sinyal kesalahan penggerak bergeser sedikit dari harga nol (K. Ogata, 1997). Untuk diagram blok kontroler on-off dapat dilihat dalam Gambar 2.10 Dan ilustrasi dari kontroler on-off dapat dilihat dalam Gambar 2.11.



Gambar 2.10 Diagram Blok Kontroler on-off dengan Celah Diferensial
 Sumber: K, Ogata, 1997



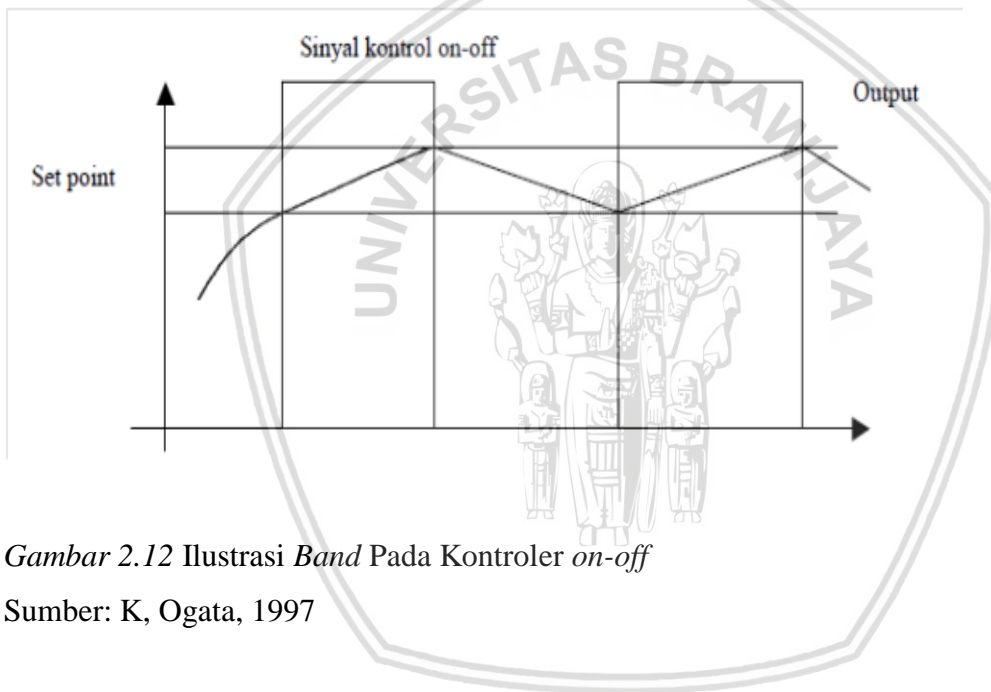
Gambar 2.11 Ilustrasi Dari Kontroler on-off
 Sumber: K, Ogata, 1997



Dari Gambar 2.11 Dapat diamati bahwa jika *output* lebih besar dari *set point*, aktuator akan *off*. *Output* akan turun dengan sendirinya sehingga menyentuh *set point* lagi. Pada saat itu, sinyal kontrol akan kembali *on* (aktuator *on*) dan mengembalikan *output* kepada *setpoint*-nya. Demikian seterusnya sinyal kontrol dan aktuator akan *on-off* terus menerus.

Kelemahan dari kontroler *on-off* ini adalah jika *output* beresilasi di sekitar set point (keadaan yang memang diinginkan) akan menyebabkan aktuator bekerja keras untuk *on-off* dengan frekuensi yang tinggi. Hal ini menyebabkan kontroler akan cepat haus dan memakan energi yang banyak.

Untuk sedikit mengatasi hal ini maka dibuat suatu band pada set point sehingga mengurangi frekuensi *on-off* dari kontroler. Ilustrasinya dalam Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Ilustrasi *Band* Pada Kontroler *on-off*

Sumber: K, Ogata, 1997

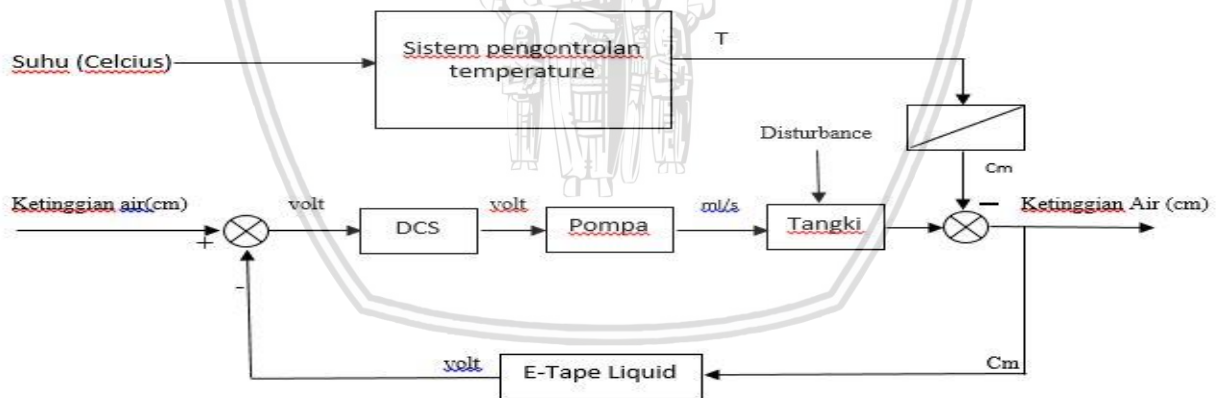
Sinyal kontrol akan *off* ketika output menyentuh batas atas dan akan *on* kembali ketika menyentuh batas bawah. *Band* dari *set point* ini disebut juga diferensial gap atau celah diferensial.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan informasi dengan tujuan dan manfaat tertentu. Dalam menyelesaikan rumusan masalah dan merealisasikan tujuan penelitian yang terdapat di bab pendahuluan maka di perlukan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah tersebut. Metode penelitian pada skripsi ini meliputi:

3.1 Perancangan Blok Diagram Sistem

Pada perancangan alat yang di perlukan perancangan diagram blok sistem dapat menjelaskan sistem secara garis besar dan di harapkan alat dapat bekerja sesuai dengan desain yang diinginkan. Blok diagram sistem dapat dilihat dalam Gambar 3.1



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Keseluruhan (perancangan)

3.2 Spesifikasi Desain

Desain yang diinginkan pada pengontrolan ketinggian air mempunyai spesifikasi, yaitu

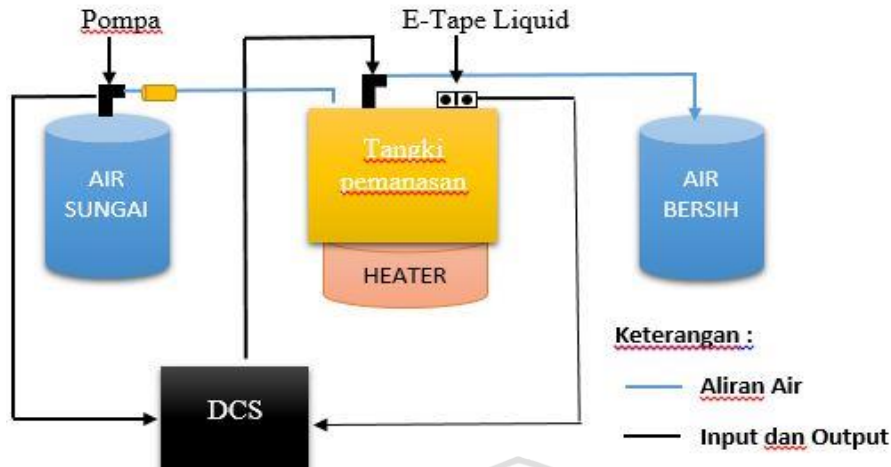
:

- Dimensi balok pengolahan filtrasi air sungai berbentuk tabung dengan panjang 30, lebar 15 cm, tinggi 20 cm dengan kapasitas volume 5 liter.
- Pembacaan ketinggian air menggunakan sensor E-Tape Level.
- Pemanas elektrik (kompor listrik) memiliki pemanasan 0° - 100° C dengan daya listrik 600 W , 50 Hz frekuensi dan disuplai sumber AC 220 Volt.
- Relay OMRON DBDT digunakan sebagai *switching* keluaran analog ke keluaran digital dari pompa dan sensor E-Tape Level ke DCS.
- Pompa yang digunakan di catu daya 4 Volt dengan tegangan maksimalnya sebesar 12 Volt.
- *Set point* yang ditetapkan sebesar 10 cm.
- *Differential gap* yang ditetapkan sebesar 0,5 cm dengan batas atas 10,5 cm dan batas bawah 10 cm.
- *Disturbance* berupa suhu ruangan yang tidak sesuai dengan suhu lingkungan , volume air yang tidak sesuai dengan suhu pemanasan.
- Kontroler yang digunakan adalah DCS (*Distributed Control System*) dengan metode pengontrolan on-off.
- Aktuator berupa pompa.

3.3 Pembuatan Perangkat Keras

Pembuatan perangkat keras dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem, hal ini bertujuan supaya *output* ketinggian air sesuai dengan masukan yang diinginkan dan sistem dapat bekerja dengan baik sesuai yang di rencanakan.

3.3.1 Desain Model Plant



Gambar 3.2 Desain Model Plant

3.3.2 Konfigurasi Port I/O DCS

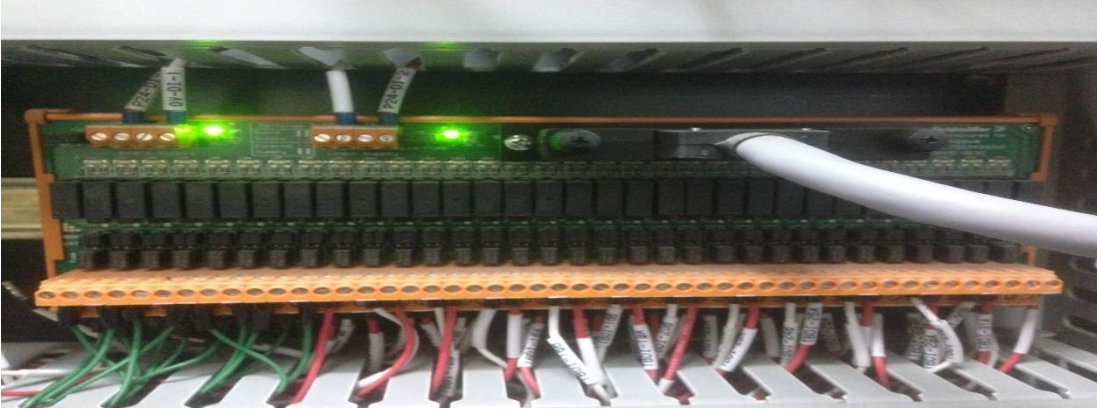
Modul I/O merupakan perangkat yang terpasang FCS di DCS Centum VP. Terdapat 8 slot I/O pada DCS yang dapat dikonfigurasi dengan modul analog maupun modul digital. Pada perancangan skripsi ini, hanya digunakan *input* modul digital dan *output* modul digital, yaitu:

- Modul Digital ADV151

Merupakan modul *input* digital dengan 32 kontak *input* dengan nilai keluaran saat bernilai “1” ialah 0 volt, sedangkan saat bernilai “0” ialah 24 Vdc dengan arus 4,1 Ma. Pada perancangan digunakan tiga kontak *input* digital, yakni kontak DI 1-2 sebagai *starting* sistem, kontak DI 1-1 sebagai batas bawah dan kontak DI 1-3 sebagai batas atas. Saklar *input* digital DCS bisa dilihat dalam Gambar 3.3 dan untuk port *input* digital DCS bisa dilihat dalam Gambar 3.4.



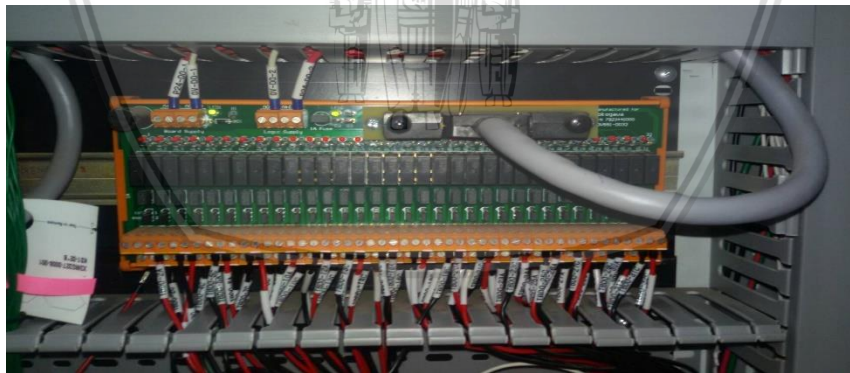
Gambar 3.3 Saklar Input Digital DCS



Gambar 3.4 Port Input Digital DCS

➤ Modul digital ADVV551

Merupakan modul *output* digital dengan 32 kontak *output* dengan nilai keluaran saat bernilai “1” ialah 24 Vdc dengan arus 100 Ma, sedangkan saat bernilai “0” ialah 0 volt. Pada perancangan digunakan satu kontak keluaran, yakni DO-32. Port *output* digital DCS bisa dilihat dalam Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Port output Digital DCS

Konfigurasi port I/O DCS ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 port I/O DCS

No	Port	Fungsi
1	DI 1-2	Start (input)
2	DI 1-1	Batas bawah (input)
3	DO I-32	Batas atas (input)
4	D0-32	Relay (output)

3.3.3 Filter

Penyaringan filter ini tidak menggunakan baterai dan tidak menggunakan komponen-komponen pengganti. Filter ini dapat menyaring sedikitnya 1000 liter selama pemakaiannya dan juga dapat digunakan pada air keruh seperti air sungai, air danau dan air endapan yang mengandung bakteri, zat kimia dan parasit. Filter ini dilengkapi dengan teknologi microfiltration membran yang dapat menghilangkan bakteri. Alat ini memiliki manfaat bagi penduduk yang tinggal di wilayah atau negara yang intensitas hujan rendah dan kesulitan air bersih.. Filter ini memiliki berat 57gr, panjang 22,5 cm dan tebal 2,5 cm. tidak menggunakan baterai dan bebas dari bahan kimia.

3.3.4 Relay

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

3.3.5 Sensor E-Tape Level

Sensor E-Tape digunakan untuk mengukur ketinggian air pada heater. Pada dasarnya sensor ini digunakan untuk mengukur ketinggian air yang naik secara kontinyu. Sensor eTape hanya dapat melakukan kontak langsung dengan objek yang diukur berupa cairan non – korosif, seperti air tawar. Sensor eTape dapat difungsikan sebagai variabel resistor. Jangkauan ketinggian sensor ini dari 0 – 20 cm (0 – 8 inchi) dengan perubahan kenaikan per centimeter sebesar $56 \Omega/ \text{cm}$ pada tingkat toleransi $\pm 10\%$.

3.3.6 Pompa

Dalam skripsi ini menggunakan pompa jhonson pump C090 yang dirancang catu daya 12 volt dan arus 0,7 ampere. Memiliki lobang masukan dan lobang keluaran dengan tujuan agar mengisi dan mengeluarkan air. Pompa ini memiliki daya tahan suhu panas sampai 100 derajat.

3.3.7 Kompor Listrik

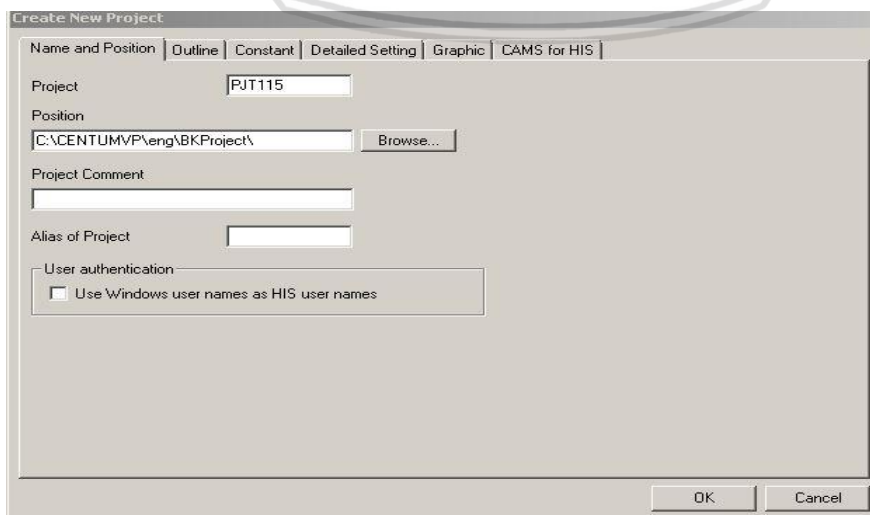
Dalam skripsi ini menggunakan kompor listrik Maspion S302 yang dirancang catu daya 600 volt. Memiliki elemen pemanas yang dialiri listrik agar dapat digunakan untuk memanaskan. Kompor listrik ini dapat menghasilkan suhu panas lebih dari 100 derajat celcius.

3.4 Perancangan Algoritma

Perancangan Algoritma ini berfokus pada penggunaan *software* yang terdapat pada DCS Centum VP, meliputi:

- *Function Block*
- *Function Block Sistem*
- *Trend*

Sebelum membuat program tersebut maka diperlukan *project* sebagai tempat tersimpannya semua parameter modul-modul dan *station-station* yang digunakan oleh DCS. Untuk membuat sistem baru, pada “System View” klik kanan folder “SYSTEM 32 VIEW” pilih “Create New” kemudian “Project” pada menu berikutnya kemudian muncul *window* “Create New Project”, seperti dalam Gambar 3.6.

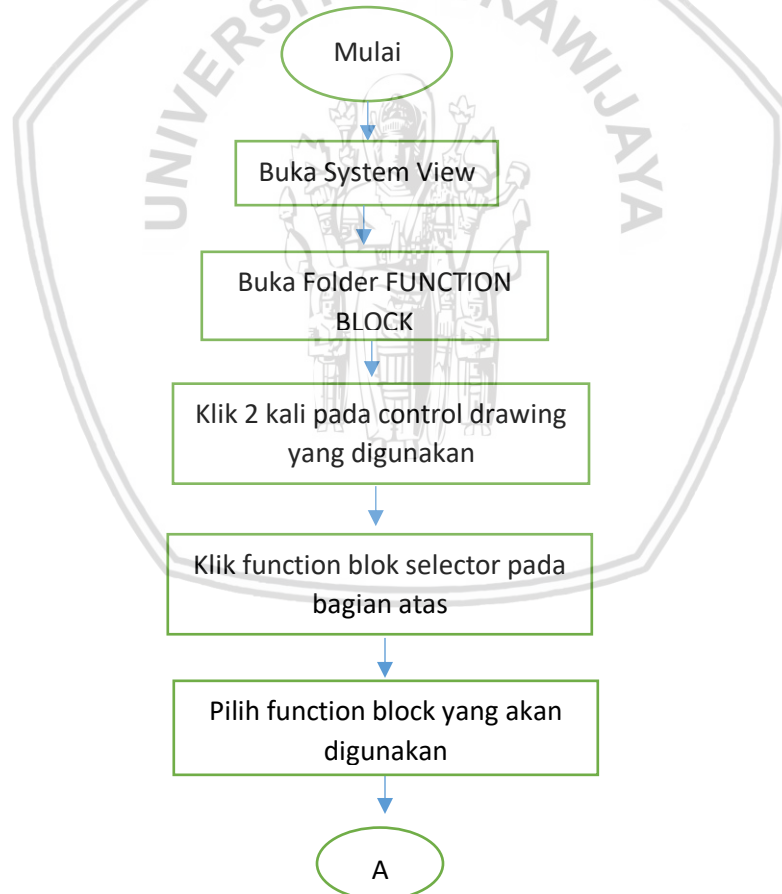


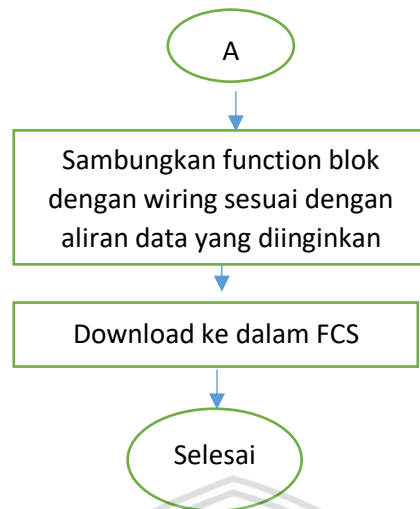
Gambar 3.6 Window “Create New Project”

Pada *window* tersebut terdapat beberapa *tab* seperti terlihat pada Gambar 3.6 *Project* akan selesai dibuat setelah *setting* parameter dilakukan dan tombol “OK” di klik.

3.4.1 Pembuatan *Function Block*

Function Block merupakan kumpulan blok-blok berkonfigurasi secara bersama sehingga terbentuk suatu narasi pengontrolan yang digunakan untuk memantau proses dan melakukan pengontrolan. Kumpulan blok-blok dalam *function block* terdapat pada *Control Drawing Builder* yang digunakan untuk mempermudah pembuatan fungsi-fungsi control pada DCS. Melalui *Control Drawing Builder* operasi seperti deklarasi *input* dan *output*, penentuan aliran data, serta pengolahan data dilakukan secara grafis dengan *function block*. Dalam satu *control drawing* dapat digunakan hingga 100 *function block*.

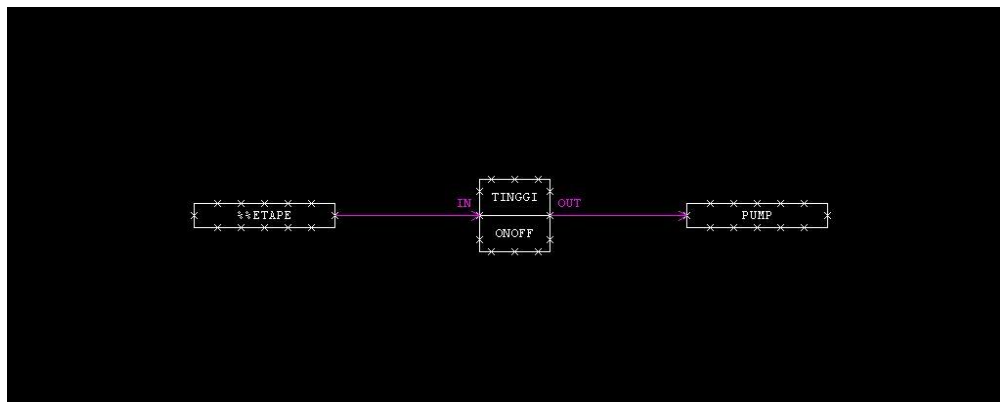




Gambar 3.7 Diagram Alir Pembuatan Function Blok

3.4.2 Fuction Block Sistem Keseluruhan

Blok pengendalian keseluruhan melibatkan pengontrolan *on-off*. Sistem pengontrolan ketinggian air menggunakan kontroler *on-off* dengan nilai histerisis sebesar 1%. Sistem pengendalian ketinggian air, *range* kerja mulai dari 0 Cm sampai dengan 10 Cm, maka nilai 1% dari histerisis bernilai 1% dari pembacaan DCS. Nilai histerisis 1% dengan *setpoint* 10 Cm berarti kontroler *on-off* kan memberikan aksi kontrol *on* bila pembacaan sensor masih dibawah 9 Cm dan akan terus memberikan aksi kontrol *on* sampai pembacaan sensor melebihi 11 Cm. Kontroler akan memberikan aksi kontrol *on* kembali saat pembacaan sensor berada di bawah 11 Cm. Function Block keseluruhan system ditampilkan dalam Gambar 3.8

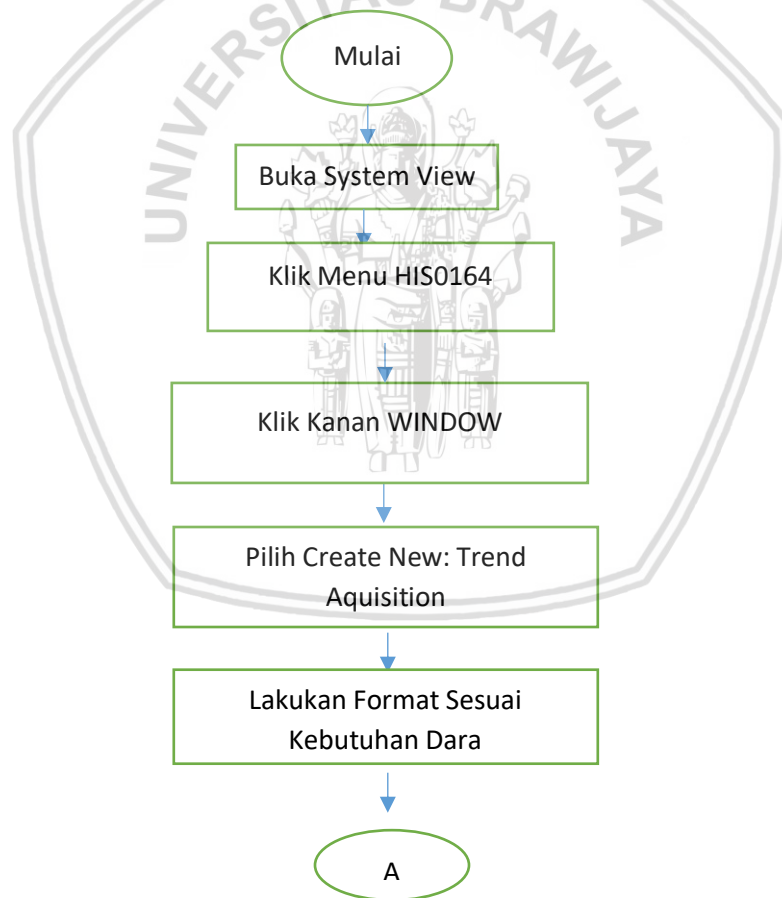


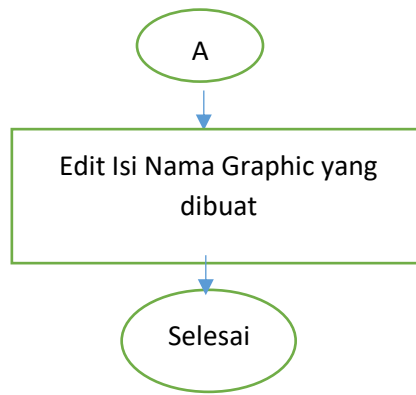
Gambar 3.8 function block Secara Keseluruhan

Pada Gambar 3.8 terdapat blok *on-off* dengan nama “TINGGI”. Blok tersebut merupakan blok kontroler dengan masukan berupa “E-TAPE” yang telah terhubung dengan *port input* DCS, sedangkan “PUMP” merupakan aktuator yang terhubung dengan *port output* DCS.

3.4.3 Pembuatan Trend

Trend ialah software pada centum VP untuk proses sampling data yang kemudian di tampilkan dalam bentuk grafik. Untuk mengaktifkan fitur *trend* pada DCS dapat dilakukan dengan melakukan pemanggilan *trend* pada *faceplate*. *Trend* tidak hanya menyajikan data dalam bentuk grafik namun menyajikan data dalam bentuk angka yang nantinya dapat diolah program seperti *matlab* untuk membuat grafik. Alur pembuatannya seperti *flowchart* dalam gambar 3.9





Gambar 3.9 Diagram Alir Pembuatan Trend

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 E-Tape Level

Pengujian E-Tape Level dapat dilakukan dengan cara menghubungkan dengan DCS, kemudian membandingkan hasil pembacaan ketinggian air dengan akurat pada DCS. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan pembacaan manual dengan mistar.

3.5.1.3 Pengujian Pompa

Pengujian *pompa* dilakukan dengan cara memberikan catu daya 12V dan mengukur banyaknya air yang dipindahkan dalam kurun waktu tertentu.

3.5.1.4 Pengujian Kompor Listrik

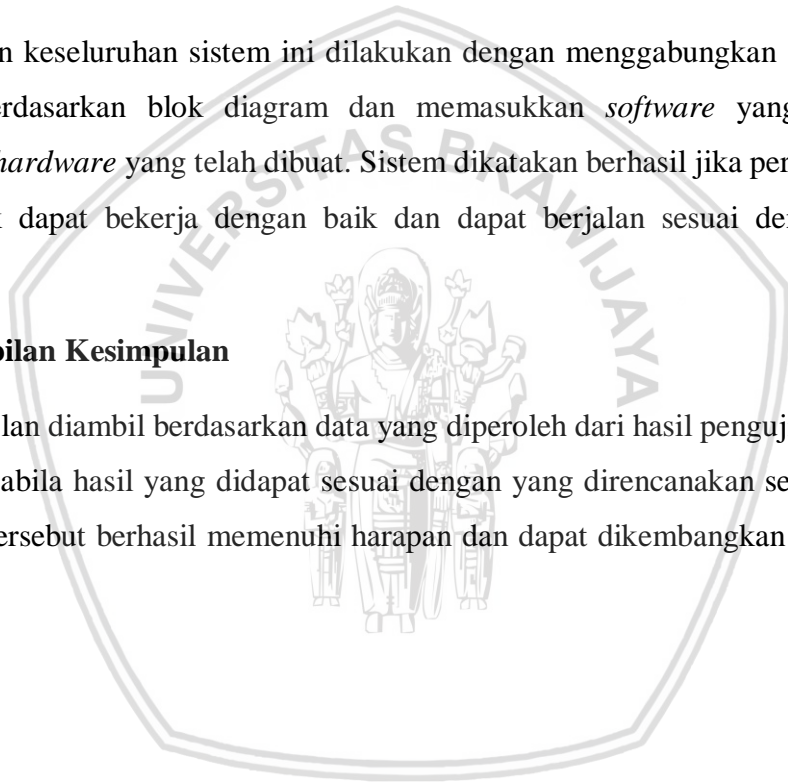
Pengujian kompor listrik dengan cara memberikan catu daya 220 V dan mengukur suhu air yang dipanaskan dalam kurun waktu tertentu.

3.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan dengan menggabungkan semua *hardware* yang dibuat berdasarkan blok diagram dan memasukkan *software* yang bekerja untuk mengendalikan *hardware* yang telah dibuat. Sistem dikatakan berhasil jika perangkat keras dan perangkat lunak dapat bekerja dengan baik dan dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan.

3.7 Pengambilan Kesimpulan

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



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

4.1 Pengujian DCS

a. Tujuan

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

b. Peralatan yang digunakan

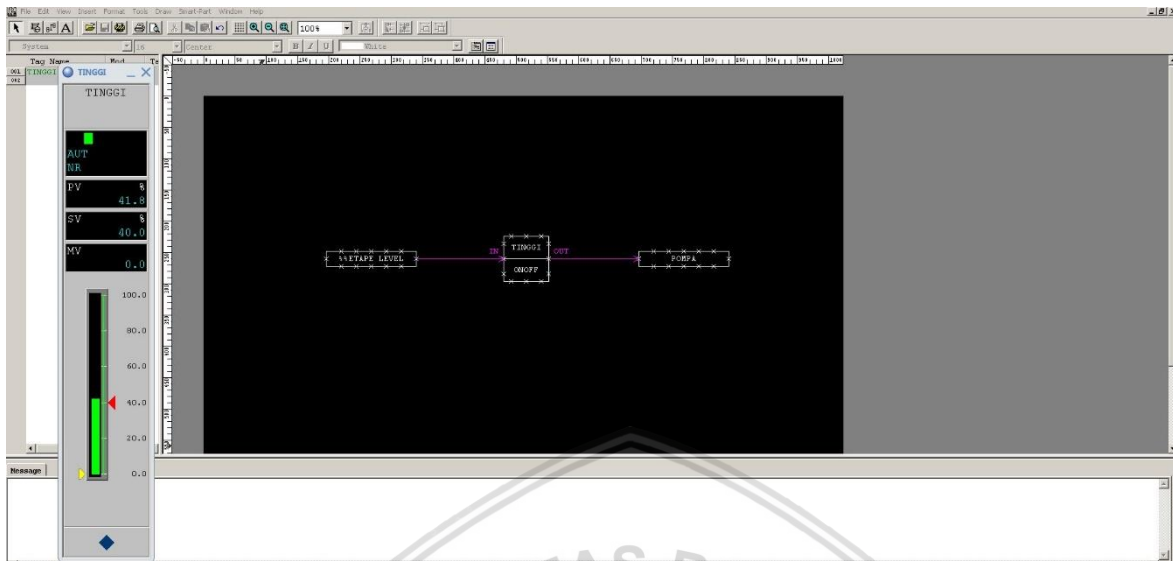
Alat yang dibutuhkan pada pengujian DCS ialah sebagai berikut:

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

c. Langkah Pengujian

Percobaan dilakukan dengan menjalankan langkah-langkah berikut ini :

1. Pembuatan program pada HIS, ditunjukkan pada Gambar 4.1
2. *Download* program yang telah dibuat ke FCS
3. Pengecekan logika serta arus dan tegangan yang terbaca pada I/O DCS



Gambar 4.1 Program Pengujian DCS

Maksud dari Gambar 4.1 adalah program yang berisi ketika *input digital* diaktifkan maka *output digital* akan aktif dan pada saat *input analog* diberikan maka *output analog* akan memberikan perubahan.

d. Hasil pengujian dan analisis

Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian DCS

Input Digital	Output Digital	Tegangan Input Digital	Tegangan Output Digital
OFF	OFF	23,86 V	-
ON	ON	-	23,89 V
Input Analog (Terbaca)	Output Analog (Terbaca)	Arus Input Analog (Terukur)	Arus Output Analog (Terukur)
9,75 mA	9,75 mA	9,75 mA	9,75 Ma
10,77 mA	10,77 mA	10,77 mA	10,77 mA

Dari data Tabel 4.1 dapat diamati bahwa hasil pengujian DCS berupa program yang dibuat di HIS dapat dikerjakan oleh FCS dan I/O DCS bekerja dengan baik.



4.2 Pengujian Pompa

a. Tujuan

Tujuan pengujian pompa adalah untuk dapat mengetahui karakteristik dari pompa dan untuk mengetahui banyaknya air yang dipindahkan dalam kurun waktu tertentu.

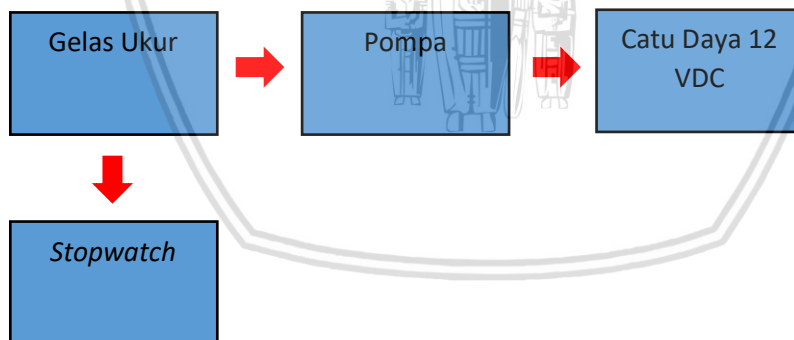
b. Peralatan yang dibutuhkan

Alat yang dibutuhkan pada pengujian pompa ialah sebagai berikut:

1. Pompa 12 VDC
2. Catu daya 12 VDC
3. *Stopwatch*
4. Tangki
5. Air

c. Langkah Pengujian

1. Menyusun rangkaian percobaan sesuai Gambar 4.2
2. Menghubungkan pompa dengan catu daya 12 VDC
3. Mengamati dan mencatat lamanya waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan air sebanyak satu liter.



Gambar 4.2 Rangkaian Pengujian Karakteristik Pompa

d. Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian karakteristik pompa seperti ditunjukkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian Pompa

Percobaan	Waktu untuk memindahkan satu liter (detik)
1	11,00
2	11,16
3	11,18
4	10,78
5	11,13
Rata - Rata	11,05

Dari pengujian ini mendapatkan hasil karakteristik pompa adalah pompa dapat memindahkan satu liter air dalam rata – rata waktu 11,05 detik, yang berarti kecepatan pompa adalah 0,1 liter/detik.

4.3 Pengujian E-Tape Level Sensor

a. Tujuan

Tujuan pengujian *E-Tape Level Sensor* adalah untuk mengetahui ketinggian air *E-Tape Level Sensor* terhadap kenaikan air dalam tangki.

b. Peralatan yang digunakan

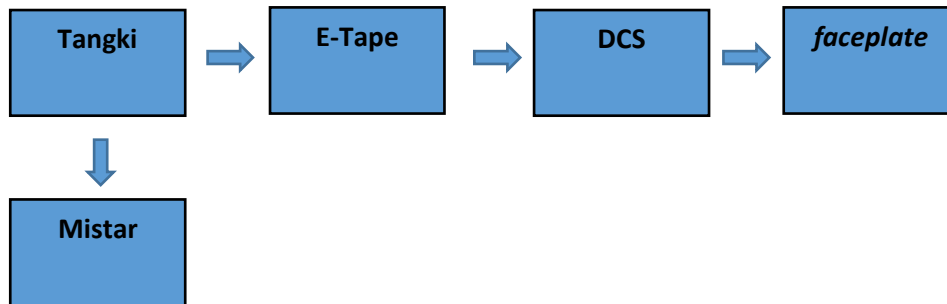
Alat yang dibutuhkan pada pengujian *E-Tape Level Sensor* adalah sebagai berikut:

2. *E-Tape Level Sensor*
3. DCS
4. Tangki
5. Mistar
6. Air

c. Langkah Pengujian

1. Menyusun rangkaian percobaan sesuai Gambar 4.3
2. Mengisi air ke dalam tangki
3. Meletakkan *E-Tape Level Sensor* secara *vertical* kedalam tangki yang sudah terhubung ke DCS
4. Memanggil *faceplate* percobaan sensor E-Tape

5. Mengamati dan mencatat hasil ketinggian air yang dibaca sensor melalui *faceplate* serta hasil pembacaan melalui mistar



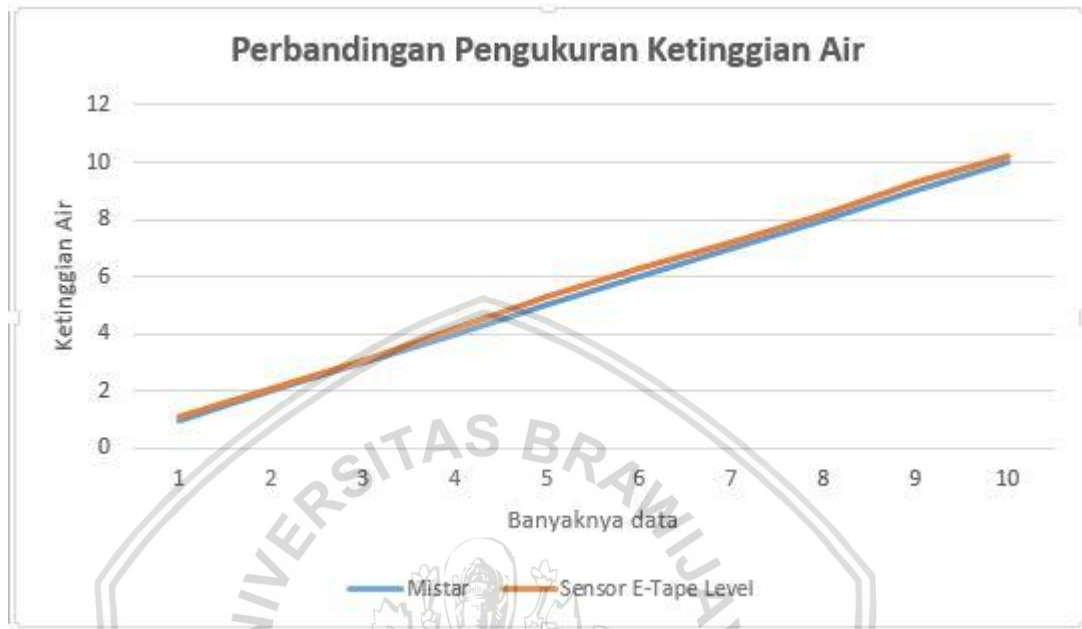
Gambar 4.3 Rangkaian Pengujian E-Tape Level Sensor

- d. Hasil Pengukuran dan Analisis

Hasil pengujian E-Tape Level Sensor seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengujian E-Tape Level Sensor

Pengukuran Mistar (Cm)	Pengukuran E-Tape (Cm)
1	1,1
2	2,1
3	3,1
4	4,2
5	5,3
6	6,3
7	7,2
8	8,2
9	9,3
10	10,2



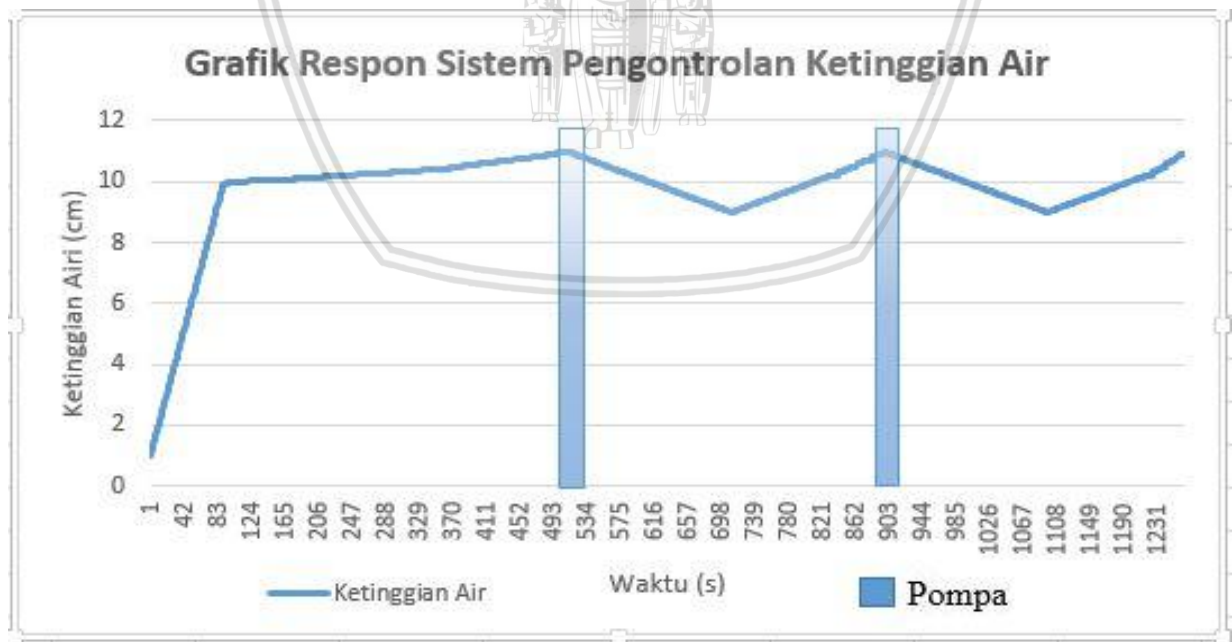
Gambar 4.4 Hasil Perbandingan Ketinggian Air

Hasil pengujian ini menunjukkan sensor *eTape level* berkerja dengan baik dan dapat membaca kenaikan ketinggian, Selain itu program DCS dapat memberikan tampilan hasil pengukuran melalui *faceplate* dan *trend*.

4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

- a. Tujuan
 - Untuk mengetahui respon sistem dengan konstanta blok pengontrolan ON-OFF
 - Untuk Mengetahui t_s (*settling time*) sistem untuk mencapai *setpoint* 10 cm untuk pengontrolan ketinggian air
- b. Peralatan yang digunakan
 - E-Tape *Level Sensor*
 - Kompor Listrik 220 VAC/600 Watt
 - Modul *Input Analog & Output Digital*
 - Tabung penampung

- DCS (*Distributed Control System*)
 - Relay OMRON MY2N-J
 - Power Supply Switching 12 Volt – 5A
 - Kabel Penghubung
 - Program DCS
- c. Langkah pengujian
- Buatlah program ketinggian air dengan menggunakan blok ONOFF pada *Function Block*. Kemudian program di *download* melalui HIS ke FCS.
 - Rangkai dan susun seluruh perangkat keras sesuai perancangan sistem
 - Tampilkan *faceplate* TINGGI
 - Tampilkan *trend* pada *faceplate*
 - Mengubah mode pengontrolan yang ada pada *faceplate* TINGGI dari yang awalnya MAN menjadi AUT
 - Amati respon dan proses sistem



Gambar 4.5 Grafik Respon Sistem Pengontrolan Ketinggian Air

Waktu yang diperoleh untuk mencapai *steady state* (*settling time*) adalah 85 detik dari ketinggian awal air 0cm hingga mencapai ketinggian air yang diinginkan yaitu 10cm. Dapat diamati pada detik ke 502 ketinggian air mulai menurun, hal ini diakibatkan terdapat gangguan dari pemanasan air yang mengakibatkan air menjadi uap dan *solenoid valve* aktif mengeluarkan air dari tangki sehingga ketinggian air menurun. Pada detik ke 729 pompa aktif karena pada saat itu ketinggian air telah mencapai 9 cm. 9 cm adalah nilai histerisis dari kontroler ONOFF pada saat ON dan 11 cm pada saat OFF dikarenakan aksi kontroler ONOFF tidak bisa tepat *setpoint* itulah disebut dengan histerisis. Dengan adanya sistem pengontrolan ketinggian air maka pompa kembali menyala untuk mengembalikan ketinggian air yang sesuai dengan nilai awal yang diinginkan. Pompa akan menyala kembali ketika ketinggian air berada di bawah nilai awal. Pada sistem ini gangguan terulang kembali pada detik 899. Waktu rata-rata yang dibutuhkan sistem untuk kembali pada nilai awal yang diinginkan setelah diberikan gangguan yaitu 9 detik. Dari hasil rata-rata *error* yang didapat dari sistem pengontrolan air tangki adalah 1,6 %. Nilai error didapat dari selisih nilai *output* saat *steady state* dengan nilai *input* kemudian dibagi dengan nilai *input* dan dikali 100%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

4.5 Kesimpulan

1. Perancangan sistem pengontrolan ketinggian air terbagi menjadi dua yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada perancangan perangkat keras seperti sensor dan pompa dihubungkan dengan modul *input/output* pada DCS.
2. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan pemrograman pada DCS, hal yang pertama dilakukan adalah membuat *function block* sistem dan membuat blok kontrol *on-off* serta menghubungkan I/O yang digunakan dengan blok kontrol yang telah dibuat. Kemudian pembuatan *trend* dilakukan untuk mengamati respon sistem.
3. Pada sistem pengendalian ketinggian memiliki *settling time* sebesar 85 detik. Sistem setelah diberi gangguan dapat kembali ke *setpoint* dengan rata – rata waktu sebesar 9 detik. Sedangkan *error* yang dihasilkan sistem sebesar 1,6%.
4. Kontroller ON-OFF pada pengontrolan ketinggian air memiliki nilai histerisis sebesar 11 Cm dan 9 Cm dengan lebar fluktuasi 2 Cm serta frekuensi 2 Hz

4.6 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk perbaikan skripsi, antara lain:

1. Pengembangan dapat dilakukan dengan mengganti metode pengontrolan dari yang awalnya *on-off* menjadi metode pengontrolan yang lebih baik.
2. Pengembangan pada penelitian ini adalah diameter dari pompa yang kecil, jika diameter pompa diganti dengan yang lebih besar maka debit air yang keluar dapat mengimbangi debit air yang masuk dari pompa sehingga proses pengontrolan ketinggian air dapat berjalan lebih baik dan *recovery time* yang dibutuhkan sistem dapat menjadi lebih singkat.



DAFTAR PUSTAKA

- Ogata, K. 1997. *Teknik Kontrol Automatik (edisi kedua)*. Terjemahan oleh Edi Laksono. Jakarta: Erlangga.
- Depkes RI. 2010. *Permenkes RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Depkes RI, Jakarta.
- Avif, A. 2016. *Pengontrolan Ketinggian Air Pada Sistem Destalasi Air Laut Menggunakan DCS Yokogawa Centum VP*. Skripsi. Teknik Elektro. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ogata, K. 2010. *Moder Control Engineering*, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, One Lake Street, Upper Saddle River, New Jersey 07458. Fifth Edition.
- Andri, N. 2016. *Sistem Pengendalian Suhu dan Level Heat Exchanger Menggunakan DCS Yokogawa Centum VP*. Skripsi. Teknik Elektro. Universitas Brawijaya. Malang.
- Arwandah. 2018. *Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Grasindo
- Suyatno. 2004. *KIMIA*. Jakarta: Penerbit PT. Grasindo.
- Satmuko, Y. 2005. *Pengelolaan Air Minum Berbasis Masyarakat*. Jakarta: Penebar swadaya
- Yokogawa Electric Corporation. 2008. *CENTUM VP Engineering Training Manual*. Japan: Education Center.
- Hidayat, A.R. 2014. *Pengendalian Ketinggian Air Pada Distalasi Air Laut Menggunakan Kontroler on-off*. Skripsi. Teknik Elektro. Universitas Brawijaya. Malang.