



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LEVEL *SATURATED VAPOR STORAGE*
PADA *MINI DESALINATION WATER PLANT***

GUSTI AYU PUSPA SARI
NRP. 10 51 15 000 00 061

DOSEN PEMBIMBING
Detak Yan Pratama, S.T, M.Sc
NIP . 19840101 201212 1 002

Murry Raditya ST, MT
NPP . 1988201711055

PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LEVEL SATURATED
VAPOR STORAGE PADA MINI DESALINATION WATER PLANT**

**GUSTI AYU PUSPA SARI
NRP. 10 51 15 000 00 061**

**DOSEN PEMBIMBING
Detak Yan Pratama, S.T, M.Sc
NIP . 19840101 201212 1 002**

**Murry Raditya ST, MT
NPP . 988201711055**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN I

**"RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LEVEL
SATURATED VAPOR STORAGE PADA MINI
DESALINATION WATER PLANT"**

TUGAS AKHIR

Oleh :
GUSTI AYU PUSPA SARI
NRP.1051150000061

Surabaya, 16 Juli 2018
Mengetahui / Menyetujui

Pembimbing 1



Detak Yan Pratama, S.T. M.Sc
NIP 19840101 201212 1 002

Pembimbing 2



Murry Raditya, S.T. M.T
NPP 1988201711055

Kepala Departemen Teknik
Instrumentasi ITS



Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIP 19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN II

"RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LEVEL SATURATED VAPOR STORAGE PADA MINI DESALINATION WATER PLANT"

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memperoleh salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Ahli Madya
Pada
Program studi D3 Teknologi Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
FakultasVokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

GUSTI AYU PUSPA SARI
NRP.1051150000061

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Detak Yan Pratama, S.T,M.Sc..... (Pembimbing 1)
2. Murry Raditya, S.T, MT..... (Pembimbing 2)
3. Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T,M.T..... (Penguji 1)

SURABAYA
2018

“RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LEVEL SATURATED VAPOR STORAGE PADA MINI DESALINATION WATER PLANT”

Nama : Gusti Ayu Puspa Sari
NRP : 10511500000061
Program Studi : D3 Teknologi Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Detak Yan Pratama, S.T, M.Sc
Murry Raditya, S.T, M.T

Abstrak

Desalinasi merupakan sebuah proses pemurnian atau pengurangan garam terlarut di dalam air laut, prinsip yang digunakan adalah menggunakan proses pemanasan air. *Saturated vapor storage* adalah suatu alat yang berfungsi untuk menampung air serta uap. Sistem otomasi level pada *saturated vapor storage* berfungsi untuk menjaga level air secara otomatis sehingga level air di dalam tangki dapat dijaga. Proses otomasi level dimulai dari keluaran sensor level yaitu *non contact liquid level* yang berupa tegangan dan diproses oleh ATmega 1280 yang kemudian mengatur bukaan aktuator yang berupa *servo operating valve*. Terdapat sensor *high* dan sensor *low* pada *level sight glass*, ketika kedua sensor *On* akan menghasilkan tegangan sebesar $\pm 5V$ dan mengindikasikan level *high* lalu aktuator akan memberikan respon buka 100% sedangkan ketika sensor *high* tidak mendeteksi ketinggian air atau dalam kondisi *Off* akan menghasilkan tegangan $\pm 0V$ dan mengindikasikan level *low* lalu aktuator memberikan respon tutup 0%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa otomasi level berjalan dengan baik.

Kata Kunci: Desalinasi, otomasi, level

**DESIGN OF AUTOMATION SYSTEM LEVEL
SATURATED VAPOR STORAGE ON MINI
DESALINATION WATER PLANT**

Name of Student : Gusti Ayu Puspa Sari
NRP : 10511500000061
Department : Instrumentation Engineering
Advisor Lecturer : Detak Yan Pratama, S.T, M.Sc
Murry Raditya, S.T, M.T

Abstract

Desalination is a process of purification or reducing of dissolved salts in seawater, the principle is using a process of heating water. Saturated Vapor Storage is a tool to hold water and steam before it go to condenser. Automation level system on saturated vapor storage is to keep the water level automatically so that the water level in the tank can be maintained. Process automation level starts from level sensor output i.e. non contact liquid level in the form of voltage and processed by ATmega 1280 which is then set to the opening of the actuator servo operating valve. There are high and low sensor sensor on a level sight glass, when both sensors On will produce a voltage of $\pm 5V$ and indicates a high level then the actuator will provide 100% open while the response when the sensor does not detect high or low the height of the water or in the condition Off will produce voltage $0V \pm$ and indicates low level then the actuator response close to 0%. From these data it can be concluded that the automation level run correctly

Keywords: Desalination, automatiionn, level.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW atas berkah, limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dengan judul :

“RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI LEVEL SATURATED VAPOR STORAGE PADA MINI DESALINATION WATER PLANT”

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma pada prodi D3 Teknologi Instrumentasi Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada kami.
2. Bapak Detak Yan Pratama, S.T, M.Sc selaku pembimbing pertama tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
3. Bapak Murry Raditya, S.T, M.T selaku pembimbing kedua tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
4. Orang tua saya tercinta yang selalu memberikan dukungan dan kepercayaan baik moril, spiritual, dan

material. Semoga selalu dilimpahkan rahmat dan hidayahnya.

5. Kelompok TA “Mini Desalination Water Plant” Yunita Yusriana Pratiwi, Putu Wahyu Darmawan, Ananta Ariska Ocseano, RP Ifan Fajar Fanani, Fitriyyah Khammamah, dan Muhammad Helmi Nurma Devaldo yang bersama – sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir.
6. Teman – teman seperjuangan tugas akhir D3 Teknik Instrumentasi angkatan 2015 yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Kakak – kakak lintas jalur maupun alumni yang selalu memberi bimbingan dan pengetahuan seputar tugas akhir.
8. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, 16 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 LatarBelakang	1
1.2 RumusanMasalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desalinasi	5
2.2 <i>Heat Exchanger</i>	7
2.3 Sistem Otomasi	7
2.4 Sensor Non Contact Liquid Level	10
2.5 Mikrokontroler ATmega 1280	10
2.6 <i>Servo Operating Valve</i>	12
2.7 LCD 16x4	13

BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem	15
3.2 Metodologi Penelitian	16
3.2.1 Studi Literatur	16
3.2.2 Perancangan Sistem Otomasi Level Tangki Saturated Vapor Storage	16
3.2.3 Perencanaan Komponen Penunjang Tugas Akhir	22
3.2.4 Integrasi Sensor	21

3.2.5 Troubleshooting	21
3.2.6 Pengambilan Data	21
3.2.7 Analisi Data	22

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

4.1 Rancang Bangun Alat	23
4.2 Pengujian Sensor Level.....	26
4.3 Pengujian Sistem Otomasi Level	29
4.4 Pembahasan	31

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A <i>Datasheet</i> Sensor Non Contact Liquid Level)	A-1
LAMPIRAN B <i>Datasheet</i> Mikrokontroler ATmega 1280).....	B-1
LAMPIRAN C <i>Datasheet</i> Motor Servo MG996R Tower Pro.....	C-1
LAMPIRAN D Data Pengujian Sensor Non Contact Liquid Level	D-1
LAMPIRAN E <i>Listing Program</i>	E-1
LAMPIRAN F Tabel Aksi Aktuator.....	F-1

BIOGRAFI PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Blok Close Loop.....	5
Gambar 2.2	Diagram Blok Open Loop.....	7
Gambar 2.3	Sinyal Digital	7
Gambar 2.4	Diagram Blok On-Off	9
Gambar 2.5	Sensor Non Contact Liquid Level	10
Gambar 2.6	Mikrokontroler ATmega 1280	11
Gambar 2.7	Motor Servo	12
Gambar 2.8	LCD 16x4	13
Gambar 2.9	Pin- pin LCD 16x4.....	14
Gambar 3.1	Flowchart Sistem.....	16
Gambar 3.2	P&ID Mini Desalination Water Plant	17
Gambar 3.3	Sistem Otomasi Level pada P&ID	20
Gambar 3.4	Desain 3D Mini Plant Desalination Water Plant	20
Gambar 3.5	Desain Tangki Saturated Vapor Storage	21
Gambar 3.6	Desain Tampak Atas Tangki	22
Gambar 3.7	Desain Tampak Bawah Tangki	22
Gambar 3.8	Bagian – Bagian Tangki Saturated Vapor Storage	24
Gambar 3.9	Diagram Blok Sistem Otomasi Level pada Saturated Vapor Storage.....	25
Gambar 3.10	AVR ATmega 1280	25
Gambar 3.11	Sensor Non Contact Liquid Level	26
Gambar 4.1	Mini Desalination Water Plant	27
Gambar 4.2	A: Level Sight Glass, B: Servo Operating Valve	34
Gambar 4.3	A: Tangki Saturated Vapor Storage, B: Level Sight Glass.....	35
Gambar 4.4	Desain Tank Saturated Vapor Storage.....	36
Gambar 4.4	Sistem Pengendalian Terbuka Pada Tangki.....	37
Gambar 4.5	Grafik Pengujian Sensor.....	38
Gambar 4.6	Diagram Blok Sistem Otomasi Level pada Tangki Saturated Vapor Storage	39

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Pengukuran Pembacaan Nilai Sensor Level Saat Terhalang.....	34
Tabel 4.2 Pengukuran Pembacaan Sensor Non Contact Liquid Level XKC-Y25-TI2 V SKU:SEN204	36
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Aktuator.....	37
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Otomasi Level	39

BAB I LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Penggunaan air laut sebagai air pembakaran pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang biasanya terletak di dekat pantai dapat menyebabkan dampak buruk pada komponen – komponen instrumen khususnya penyebab korosi pada komponen – komponen boiler. Banyak faktor yang dapat menyebabkan korosi suatu material, salah satu diantaranya yakni pengaruh konsentrasi media korosi. Pada media air laut, ion-ion klorida menjadi salah satu sumber masalah terhadap material yang mengalami korosi. Semakin banyak konsentrasi ion-ion klorida maka dapat mempercepat proses korosi yang terjadi di lingkungan laut^[1]. Dengan adanya perkembangan teknologi, maka untuk mengurangi dampak yang diakibatkan oleh air laut dapat diminimalisir atau bahkan dihindari. Hal tersebut dapat dihindari dengan adanya proses desalinasi. Desalinasi adalah proses pemurnian atau pengurangan garam terlarut di dalam air laut yang lebih besardari 1000 ppm hingga 40.000 ppm menjadi air tawar dengan konsentrasi garam terlarut di bawah 1000 ppm^[2].

Pada prinsipnya desalinasi terbagi menjadi beberapa macam proses untuk mengurangi garam terlarut di dalam air. Pada proses mini desalination water plant ini merupakan proses yang menggunakan energi panas atau biasa disebut proses destilasi. Proses desalinasi pada plant ini juga merupakan proses desalinasi dengan metoda evaporasi. Air dengan kandungan garam dipanaskan pada suatu *equipment* yaitu *Heat Exchanger* dengan rentang suhu sebesar 100° - 125° Celcius sampai menghasilkan uap. Uap yang dihasilkan akan dikondensasikan pada kondenser agar uap berubah fasa menjadi cair sehingga *raw water* dengan kadar garam rendah dapat dihasilkan dari proses desalinasi ini.

Pada *Plant Desalination Water* salah satu yang menjadi bagian penting adalah proses pada *Saturated Vapor Storage*. *Saturated Vapor Storage* adalah suatu *equipment* pada *Desalination Water Plant* yang berfungsi untuk menampung air dalam pembuatan uap, dimana temperaturnya cukup tinggi dan berupa campuran air serta uap. *Saturated Vapor Storage* merupakan sebagai pemisah antara air dan uap sehingga di desain dengan permukaan luas sehingga tekanan pada tanki rendah, tekanan rendah dibutuhkan untuk memudahkan fluida untuk menjadi uap. Level air pada bagian ini dibutuhkan untuk menjaga proses penguapan agar berjalan dengan baik. Maka dari itu diperlukan suatu sistem otomasi level yang dapat menjaga kondisi yang diinginkan agar tetap stabil terhadap perubahan level yang terjadi pada *saturated vapor storage* secara otomatis. Oleh karena itu diambil judul pada tugas akhir ini mengenai pembuatan Rancang Bangun Sistem Otomasi Level *Saturated Vapor Storage* pada *Desalination Water Plant*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara merancang sistem otomasi level *Saturated Vapor Storage* pada *Mini Desalination Water Plant*.

1.3 Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Merancang sistem otomasi level *Saturated Vapor Storage* pada *Mini Desalination Water Plant*.

1.4 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan permasalahan agar pembahasan tidak menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahannya yaitu adalah:

1. Fokus tugas akhir ini membahas tentang sistem otomasi level pada *saturated vapor storage*.
2. Sistem otomasi level ini menggunakan mikrokontroler Atmega 1280 untuk mengolah sinyal output dari sensor non contact liquid level dan memberi perintah kepada aktuator yang berupa *servo operating valve*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Desalinasi

Desalinasi air laut memisahkan air tawar dari air laut. Proses desalinasi dapat dilakukan dengan destilasi. Pada proses destilasi air laut atau air baku dipanasi agar air tawar yang terkandung di dalamnya mendidih dan menguap., kemudian uapnya di embungkan untuk memperoleh air tawar. Proses destilasi ini dapat menghasilkan air tawar berkualitas tinggi dibandingkan dengan kualitas air tawar yang dihasilkan oleh proses lain. Pada tekanan 1 atm air akan mendidih dan menguap pada suhu 100° C, namun air dalam alat penguapan (*evaporator*) mendidihkan dan menguap pada suhu kurang dari 100° C bila tekanan di dalam *evaporator* diturunkan dibawah 1 Atm atau dalam keadaan *vacuum*. Penguapan air memerlukan panas penguapan berupa panas *latent* yang terkandung dalam uap yang dihasilkan. Sebaliknya pada saat uap menyemburkan panas *latent*nya dilepaskan yang dapat memanasi air laut atau air baku umpan sebagai pemanasan pendahuluan (*preheating*) atau menguapkannya^[3].

2.1.1 Desalinasi dengan Metoda Evaporasi

Penguapan (evaporasi) adalah perubahan suatu zat cair menjadi uap pada beberapa suhu dibawah titik didihnya. Sebagai contoh, air ketika ditempatkan pada wadah dangkal yang terbuka ke udara, tiba – tiba menghilang, kecepatan penguapan bergantung pada sejumlah permukaan yang terbuka, kelembaban udara dan suhu^[3]. Penguapan (evaporasi) terjadi dikarenakan diantara molekul– molekul yang dekat dengan permukaan zat cair tersebut selalu terdapat cukup energi panas untuk mengatasi gaya kohesi sesama molekul kemudian melepas. Kecepatan penguapan bergantung pada suhu zat cair tersebut, seberapa kuat ikatan antar molekul dalam zat cair tersebut, luas permukaan zat cair, suhu, tekanan, dan pergerakan udara di sekitar hingga penguapan tersebut dapat terjadi. Beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan penguapan zat cair^[4].

- a) Tekanan uap. Tekanan uap adalah tekanan uap intrisik suatu zat dimana dalam kondisi setimbang dengan bentuk zat cairnya.
- b) Bertambahnya suhu, meningkatkan tekanan uap dan akibatnya meningkatnya kecepatan penguapan (faktor lainnya dianggap sama). Maka pada suhu 100°C, tekanan uap air adalah 760 mmHg atau 1 atmosfer.
- c) Adanya tekanan uap suatu larutan yang rendah atau dapat siabaikan akan mengurangikecepatan penguapan. Maka, sebagai contoh, kecepatan penguapan air dari air garam akan menjadi berkurang dibandingkan dari air bersih (faktor lainnya dianggap sama).
- d) Pada kasus air, kelembaban relative, dimana persen tekanan uap pada udara diatas zat cair dibandingkan dengan tekanan uap pada suhu tertentu, mengurangi kecepatan penguapan. Kecepatan penguapan air diperkirakan seperti sebuah garis lurus dari titik maksimum pada 0% kelembaban relative hingga pada titik 100 kelembaban relatif.
- e) Faktor yang penting dalah kcepatan udara bergerak melintang pada permukaan zat cair.

2.1.2 Laju Destilasi

Hasil dari proses desalinasi dengan menggunakan heat *exchanger* sebagai pemanas sangat bergantung pada panas perpindahan panas yang terjadi pada *heat exchanger*. Oleh sebab itu untuk menghitung besar dari laju desalinasi dipengaruhi oleh besarnya luasan dari tempat pemanasan air baku. Untuk menghitung laju desalinasi dapat menggunakan persamaan berikut ini^[3]:

$$\frac{\text{Volume Air Produk (Liter)}}{\text{Luas Ruan Pemanasan (m}^2\text{) x Lama Pengoperasian (Jam)}}$$

2.2 *Heat Exchanger* (alat penukar panas)

Heat Exchanger merupakan peralatan yang digunakan untuk perpindahan panas antara dua atau lebih fluida. Banyak jenis *heat exchanger* yang dibuat dan digunakan dalam pusat pembangkit tenaga, unit pendingin, unit pengkondisi udara, proses di industri, sistem turbin gas, dll. Dalam *heat exchanger* tidak terjadi pencampuran seperti halnya dalam suatu *mixing chamber*. Dalam radiator mobil misalnya, panas berpindah dari air yang panas yang mengalir dalam pipa radiator ke udara yang mengalir dengan bantuan fan. Menurut Cengel (1997), hampir pada semua *heat exchanger*, perpindahan panas didominasi oleh konveksi dan konduksi dari fluida panas ke fluida dingin, dimana keduanya dipisahkan oleh dinding. Perpindahan panas secara konveksi sangat dipengaruhi oleh bentuk geometri *heat exchanger* dan tiga bilangan tak berdimensi, yaitu bilangan *Reynold*, bilangan *Nusselt* dan bilangan *Prandtl* fluida. Besar konveksi yang terjadi dalam suatu *double-pipe heat exchanger* akan berbeda dengan *cross-flow heat exchanger* atau *shell-and-tube heat exchanger* atau *compact heat exchanger* atau *plate heat exchanger* untuk beda temperatur yang sama. Sedang besar ketiga bilangan tak berdimensi tersebut tergantung pada kecepatan aliran serta properti fluida yang meliputi massa jenis, viskositas absolut, panas jenis dan konduktivitas panas.

2.3 Sistem Otomasi

Sistem otomasi sudah banyak digunakan dalam berbagai bidang industri. Menurut Grover otomasi merupakan teknologi yang berkaitan dengan penggunaan operasi dan kontrol produksi secara mekanis, elektronik, dan sistem yang berbasis komputer. Teknologi otomasi merupakan teknologi yang proses maupun prosedurnya diselesaikan dengan sedikit atau tanpa keterlibatan manusia^[7]. Sistem otomasi tidak bisa lepas dengan sistem pengaturan ataupun sistem pengendalian, dan dalam sistem pengaturan tujuan utamanya adalah mengatur dan mengendalikan nilai output tertentu dari sebuah peralatan sehingga mencapai

nilai yang dikehendaki. Peralatan yang dikendalikan disebut dengan Plan, peralatan yang mengatur atau mengendalikan disebut dengan kontroler dan nilai yang ingin dicapai disebut dengan input atau setting point. Besaran yang dikendalikan pada sistem pengaturan diantaranya suhu (temperatur), kecepatan, arus dan tegangan listrik, tekanan dst^[8].

2.3.1 Sistem Pengendalian

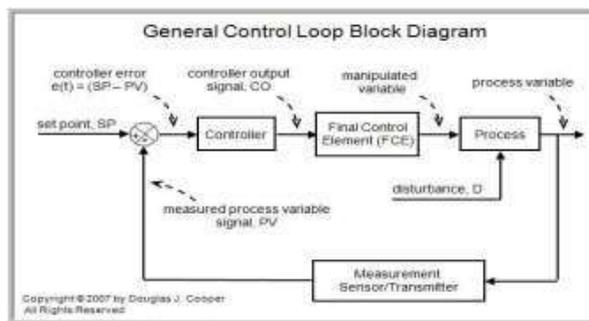
Sistem pengendalian merupakan sebuah sistem yang mempertahankan sebuah nilai keluaran dari suatu variabel proses sesuai dengan yang diinginkan (*set point*). Tujuan dari sistem pengendalian yaitu untuk menjaga kualitas dan kuantitas suatu proses. Ada beberapa alasan sebuah industri memerlukan suatu sistem pengendalian. Pertama, karena sistem ini dapat mengurangi *human error* yang dihasilkan pada saat pengoperasian sistem dan meningkatkan tingkat keamanan bagi pekerja. Kedua, sistem otomatis dari sistem pengendalian mengurangi jumlah operator sehingga akan menekan biaya pengeluaran perusahaan. Ketiga, menerapkan sistem ini tentu akan lebih efisien karena dengan menggunakan kontrol, maka setiap perubahan akan direspon lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan operator manual. Terdapat beberapa jenis sistem pengendalian. Dalam hal ini terdapat berbagai klasifikasi sistem pengendalian. Salah satunya yaitu *On-Off control system* dan *modulating control system*. Sistem pengendalian On-Off biasa dikenal sebagai sistem pengendalian digital, *binary*, diskrit, dan juga sekuensial. Sedangkan *modulating control system* meliputi seperti sistem pengendalian analog dan kontinyu. Ada pula sistem pengendalian bertingkat seperti *cascade*, *ratio*, *feedforward*, maupun *split range*. Selain itu terdapat pula beberapa sistem pengendalian yaitu prngndalian open loop dan close loop^[5].

2.3.2 Sistem Pengendalian *Close - Open Loop*

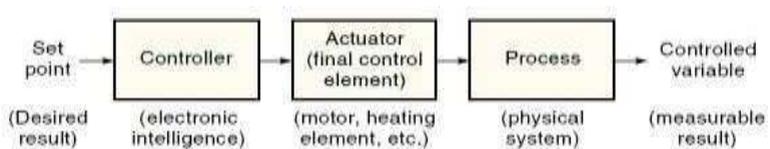
Secara umum sebuah sistem pengendalian divisualisasikan berupa diagram blok seperti gambar berikut

untuk mengetahui *loop* dari sistem. Adapun contoh dari diagram blok yaitu pada sistem pengendalian *close loop* dan *open loop*^[5].

Dalam sistem pengendalian tertutup, sistem ini terdiri dari tiga elemen penting yaitu kontroler, *final control element*, dan sensor atau *transmitter*. Ketiga elemen tersebut saling berkaitan dengan sebuah *plant* yang merupakan tempat berlangsungnya fluida baik fluida cair atau gas yang sedang dikendalikan. Sensor atau *transmitter* digunakan untuk mengukur kuantitas variable proses pada sebuah *plant* dan kemudian akan mentransmisikannya ke kontroler. Apabila nilai yang diperoleh tidak memenuhi yang diinginkan (*set point*), maka *final control element* akan memanipulasi kuantitas variabel proses tersebut atas instruksi yang diberikan kontroler sehingga mencapai *set point* atau eror sama dengan nol. Proses ini akan berjalan terus menerus hingga *set point* tercapai. Sedangkan untuk pengendalian terbuka dapat dikatakan bila sistem pengendalian ini tidak membutuhkan sensor atau *transmitter*.



Gambar 2.2 Diagram Blok Close Loop



Gambar 2.3 Diagram Blok Open Loop

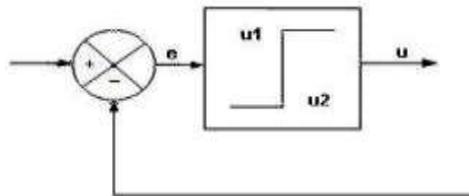
2.3.3 Sistem Pengendalian On-Off

Sistem pengendalian *on-off* merupakan sistem pengendalian yang hanya memiliki *final control element* dengan dua kondisi, yaitu hanya hidup dan mati. Sistem ini biasa disebut dengan sistem digital, karena dapat digambarkan dalam bentuk biner (0 dan 1). Pada kondisi *active high*, 0 adalah kondisi mati dan 1 nyala. Sebaliknya pada *active low*, 0 adalah kondisi hidup dan 1 mati.

Sistem ini dapat berasal dari sensor analog maupun sesama digital. Pada umumnya aplikasi mode kontrol ini yaitu untuk keperluan *safety*. Namun juga dapat digunakan untuk proses. Bergantung pada cara pengkondisiannya. Kontroler yang digunakan dapat berupa PLC maupun mikrokontroler. Hasil dari sistem pengendalian dengan mode kontrol on-off akan menyebabkan proses variabel yang bergelombang.



Gambar 2.4 Sinyal Digital



Gambar 2.5 Diagram Blok On-Off

2.4 Sensor Non Contact Liquid Level

Sensor Non Contact Liquid Level merupakan switch yang akan memberikan informasi atau tanda bahwa *level* dari suatu liquid (*liquid level*) atau *powder level* sudah mencapai pada setting yang ditentukan.

Sensor Non Contact Liquid Level merupakan sensor pengukur level cairan berjenis non contact yang dilengkapi

dengan sebuah chip XKC-Y25-T12V dimana chip ini memiliki teknologi canggih untuk menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi. Karena berjenis non contact sehingga sensor ini cocok digunakan pada aplikasi – aplikasi berbahaya seperti pendeteksi zat beracun, asam kuat, alkali kuat, dan zat berbahaya lainnya. Sensor ini memiliki 4 level sensitivitas yang dapat diatur sesuai kebutuhan.

Berikut spesifikasi dari sensor non contact liquid level

Input tegangan	: 5-24VDC
Konsumsi arus	: 5mA
Output tegangan	: sesuai input tegangan
Output arus	: 1 – 50mA
Respons	: 500ms
Temperatur kerja	: 0 – 105C
Batas ketebalan	: 0 – 13mm
Kelembapan	: 5%-100%
Dimensi	: 28x28mm



Gambar 2.6 Sensor Non Contact Liquid Level^[6]

2.5 Mikrokontroler ATmega 1280

ATmega1280 merupakan IC microcontroller 8 bit yang merupakan produksi dari Atmel Corporation. Bentuk fisik dari

ATmega1280 berupa IC SMD (Surface-Mount Device) yang memiliki 100 buah kaki yang dikemas dalam bentuk Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP). ATmega1280 memiliki beberapa fasilitas pendukung yang tepat digunakan sebagai kontroler multi servo untuk Quadropod Robot yaitu 4 buah timer 16 bit untuk mengontrol masing-masing kaki Quadropod Robot, 128 Kilo Byte memori yang dapat diprogram, kecepatan eksekusi program per detik sebesar 16 MIPS (million instructions per second) sehingga dapat menjalankan instruksi yang telah diprogram, dengan sangat cepat. Gambar 2 merupakan bentuk fisik dari ATmega1280.

Ukuran panjang dan lebar ATmega1280 adalah 16mm x 16mm, ukurannya yang kecil dapat memperkecil ukuran rangkaian minimum sistem yang digunakan.



Gambar 2.7 Mikrokontroler Atmega 1280^[9]

2.6 Servo Operating Valve

Servo Operating Valve atau motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.

Motor servo disusun dari sebuah motor DC, gearbox, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang pada pin kontrol motor servo. Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua

arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan variasi lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya.

Motor Servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50 Hz. Dimana pada saat sinyal dengan frekuensi 50 Hz tersebut dicapai pada kondisi Ton duty cycle 1.5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut 0°/ netral). Pada saat Ton *duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock wise, CCW*) dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya Ton *duty cycle*, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika Ton *duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam (*Clock Wise, CW*) dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya Ton *duty cycle*, dan bertahan diposisi tersebut.



Gambar 2.7 Motor Servo^[10]

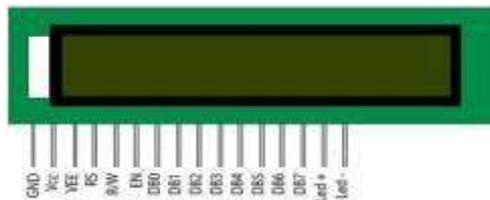
2.7 LCD 16x4

LCD (Liquid Crystal Display) ini merupakan suatu *device* untuk menampilkan data berupa tampilan (*display*). LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan

elektroda dari segmen. LCD yang ada di pasaran terdiri dari berbagai ukuran, seperti 16x2, 16x4, dan lain-lain. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Gambar tersebut merupakan contoh dari LCD dengan ukuran 16 x 4, yang artinya terdiri dari 16 baris dan 4 kolom. Masing-masing baris memiliki alamat memori tersendiri. LCD membutuhkan tegangan sebagai *power* yaitu sebesar 0 – 5 Volt DC. Tegangan tersebut masuk ke dalam pin 2 (VSS) sebagai GND dan pin 2 (VDD sebagai VCC. Ada pula pin 3 (VEE) untuk mengatur tingkat keterangan cahaya *backlight* yang biasa dilakukan dengan pengaturan resistansi menggunakan potensiometer. Pada rangkaian LCD 16x4 biasanya diberi dioda yang berguna untuk kepentingan *safety*. Selain itu juga terdapat pin RW, RS dan E (*Enable*), pin D0,D1,D2 hingga D7 yang terletak pada pin 7 - 14. Pada gambar 2.9 merupakan urutan pin-pin LCD 16x2:



Gambar 2.8 LCD 16x2^[11]

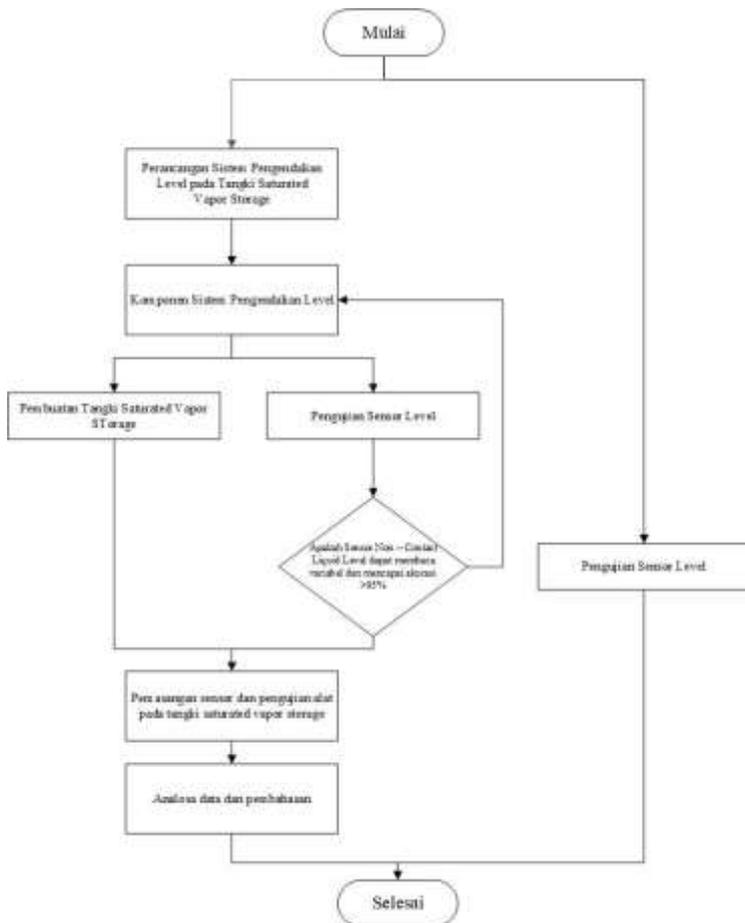


Gambar 2.9 Pin – Pin pada LCD 16x2, 16x4^[11]

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem pada tugas akhir ini memiliki langkah-langkah sebagai berikut ini yang dibuat dalam bentuk *flowchart*:



Gambar 3.1 Flowchart Sistem

3.2 Metodologi Penelitian

Adapun penjelasan dari langkah-langkah *flowchart* ini yaitu:

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur yaitu untuk mencari teori-teori yang akan digunakan dan ideal untuk proses pengerjaan tugas akhir. Studi literatur dapat menunjang materi – materi yang akan digunakan menjadi konsep dan dasar dalam pembuatan Tugas Akhir.

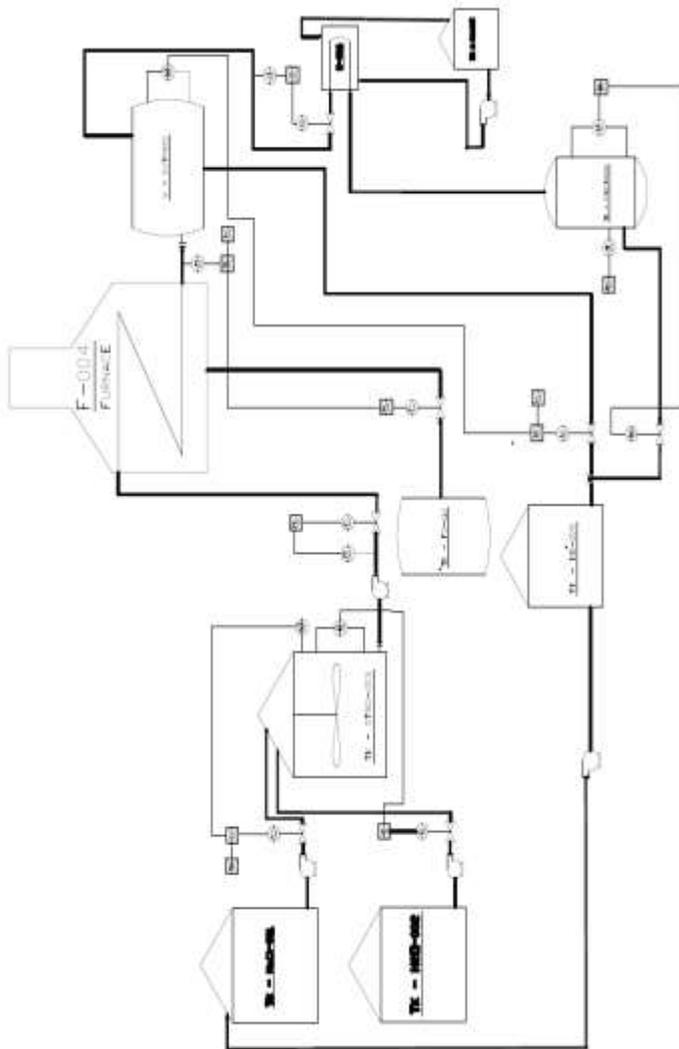
3.2.2 Perancangan Sistem Pengendalian Level Tangki Saturated Vapor Storage

Perancangan sistem pengendalian level yaitu untuk merancang baik dari *hardware* dan *software* yang digunakan dalam pengendalian level tangki saturated vapor storage.

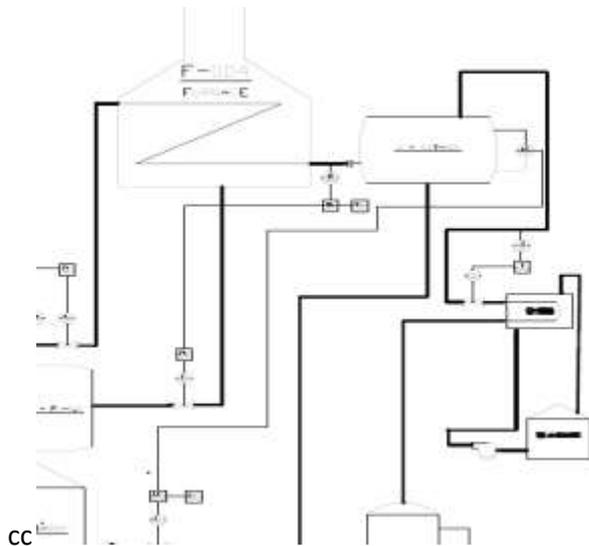
Proses desalinasi yang diterapkan pada Mini Desalination Water Plant merupakan proses desalinasi yang menggunakan metode penguapan (evaporasi). Penguapan (evaporasi) adalah perubahan suatu zat cair menjadi uap pada beberapa suhu dibawah titik didihnya^[3]. Sebagai contoh, air ketika ditempatkan pada wadah dangkal yang terbuka ke udara, tiba – tiba menghilang, kecepatan penguapan bergantung pada sejumlah permukaan yang terbuka, kelembaban udara dan suhu. Penguapan (evaporasi) terjadi dikarenakan diantara molekul – molekul yang dekat dengan permukaan zat cair tersebut selalu terdapat cukup energy panas untuk mengatasi gaya kohesi sesama molekul kemudian melepas. Kecepatan penguapan bergantung pada suhu zat cair tersebut, seberapa kuat ikatan antar molekul dalam zat cair tersebut, luas permukaan zat cair, suhu, tekanan, dan pergerakan udara di sekitar hingga penguapan tersebut dapat terjadi. Pada proses mini desalination water plant terjadi beberapa proses yang menyebabkan terjadinya perubahan fasa. Proses tersebut antara lain:

1. Proses pencampuran air dan larutan garam pada *storage* untuk menghasilkan kadar garam yang dibutuhkan sebelum memasuki proses desalinasi.
2. Proses air dengan kadar garam yang telah ditentukan memasuki heat exchanger agar suhu pada air meningkat pada suhu 120° Celcius.
3. Proses air memasuki tangki *saturated vapor storage*, pada proses ini terjadi proses penguapan dan perubahan fase pada air bersuhu 120° Celcius menjadi uap.
4. Proses uap dari tangki *saturated vapor storage* menuju ke kondensor melalui sebuah pipa yang menghubungkan tangki dengan kondensor.
5. Proses uap mengalami perubahan fase pada kondensor, yaitu fase uap kembali pada fase cair melalui kondensor yang selanjutnya air yang berupa *raw water* dari kondensor akan ditampung pada suatu *storage* dengan kondisi kadar garam pada air telah berkurang karena telah berkurang setelah melalui proses desalinasi.

Pada proses mini desalination water plant terdapat beberapa variabel proses yang perlu dikendalikan, yaitu antara lain pengendalian salinitas dan level pada storage inlet Heat Exchanger, pengendalian cascade pada flow inlet dan temperature outlet Heat Exchanger, pengendalian temperature pada burner, pengendalian level saturated vapor storage, pengendalian temperatur pada kondensor, dan monitoring beberapa variabel yaitu salinitas, temperatur, level dan pH. P&ID dari mini desalination water plant dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3.2 P&ID Mini Desalination Water Plant

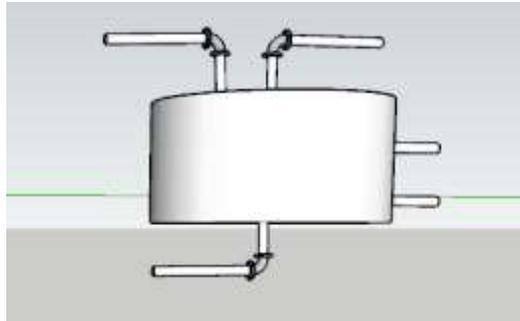


Gambar 3.3 Pengendalian Level pada P&ID

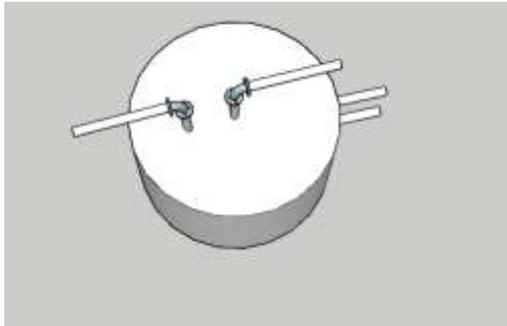


Gambar 3.4 Desain 3D Mini Desalination Water Plant

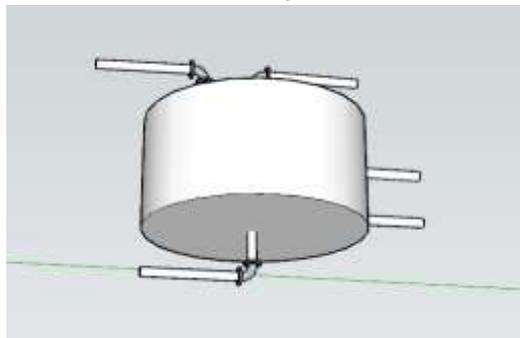
Proses kerja pada bagian judul Tugas Akhir Pengendalian Level pada Tangki Saturated Vapor Storage adalah sebagai berikut, untuk perancangan hardware dilakukan perancangan tangki dan perancangan aktuator.



Gambar 3.5 Desain Tangki Saturated Vapor Storage

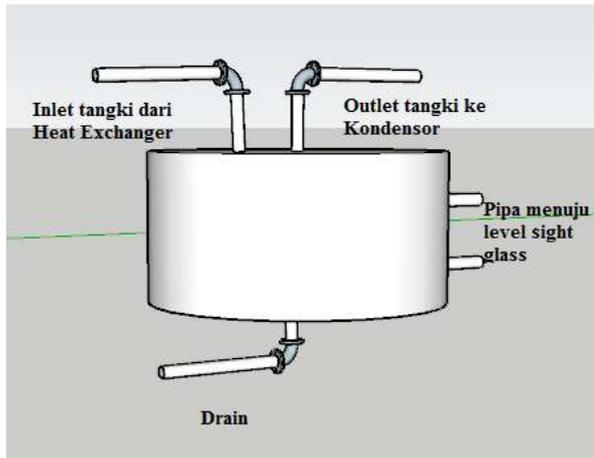


Gambar 3.6 Desain Tampak Atas Tangki Saturated Vapor Storage



Gambar 3.7 Desain Tampak Bawah Tangki Saturated Vapor Storage

Tangki Saturated Vapor Storage memiliki kapasitas sebesar 5 L. Desain tangki memiliki 5 pipa yang memiliki fungsi masing – masing untuk menjaga proses penguapan, antara lain yaitu sebagai inlet tangki dari heat exchanger, outlet tangki menuju kondensor, pipa menuju level sight glass, dan pipa drain. Fungsi bagian - bagian dari tangki akan dijelaskan pada gambar 3.4 berikut.

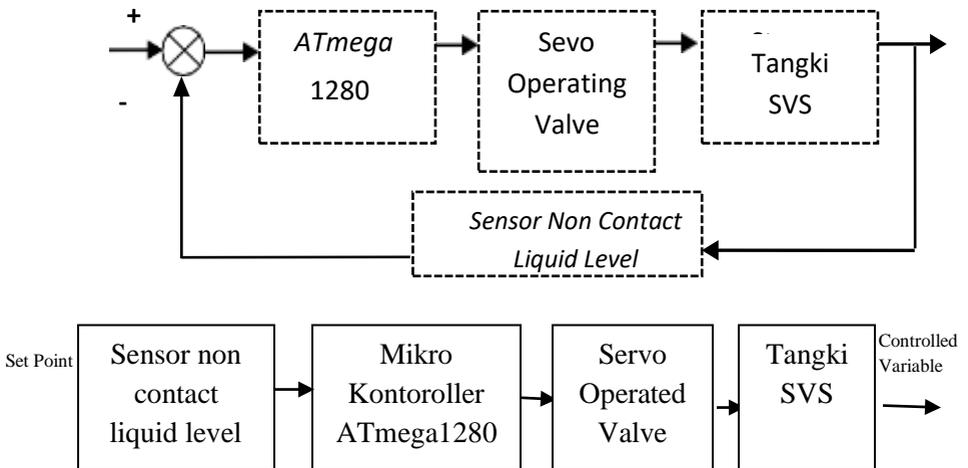


Gambar 3.8 Bagian – Bagian Tangki Saturated Vapor Storage

Pada tahap ini juga dibutuhkan beberapa komponen penunjang tugas akhir untuk merancang pengendalian level tangki saturated vapor storage meliputi sensor non contact liquid level sebagai sensor dari pengendalian ini, Board DT-AVR Atmega 1280 sebagai controller utama, LCD 16x2 sebagai tampilan, kabel USB Serial Atmega ke PC untuk komunikasi serial, dan motor servo sebagai Final Control Element. Proses pengendalian yang terjadi pada tangki yaitu terdapat 2 sensor level yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air. Ketika dalam posisi High maka aktuatur akan membuka 100% untuk mengeluarkan air dari tangki

menuju tangki NaCl melalui pipa drain, kemudian dalam posisi Low maka aktuatur akan menutup 0%.

Diagram blok close-loop sistem pengendalian level pada Saturated Vapor Storage Mini Desalination Water Plant akan dijelaskan Gambar 3.6. Diagram blok tersebut merupakan sistem dasar dari tugas akhir ini menggunakan elemen kontrol sesuai yang tertera pada blok tersebut. Sensor yang digunakan pada pengendalian level ini adalah non contact liquid level yang bekerja secara on off untuk menunjukkan level low dan level high.



Gambar 3.9 Diagram Blok Sistem Otomasi Level pada Saturated Vapor Storage

3.2.3 Perencanaan Komponen Penunjang Tugas Akhir.

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Sensor Non Contact Liquid Level XKC-Y25-T12V <ul style="list-style-type: none"> - Input: 5-24VDC - Output: sesuai input tegangan 2. Motor Servo 3. Valve ½ inch 4. Tubing Galvanic ½ inch | <ol style="list-style-type: none"> 5. Elbow Galvanic ½ inch 6. Sock Galvanic ½ inch 7. Water Mur Galvanic ½ inch 8. Saturated Vapor Storage Tank |
|--|--|

Pada perencanaan komponen pada sistem pengendalian level pada tangki Saturated Vapor Storage ini meliputi perencanaan mekanik dan elektrik serta integrasi dari kedua elemen tersebut. Pada bagian mekanik secara garis besar terdapat Tangki Saturated Vapor Storage, Tubing ½ inch, dan Fitting Galvanic untuk Tube ½ inch. Semua bahan mekanik tersebut dirancang dan dipasang sedemikian rupa sehingga terbentuk keseluruhan mini desalination water plant yang kemudian akan diterapkan control level.

Adapun pengerjaan Tugas Akhir ini dimulai dari pengerjaan mekanik. Adapun tahap pengerjaan mekanik sebagai berikut:

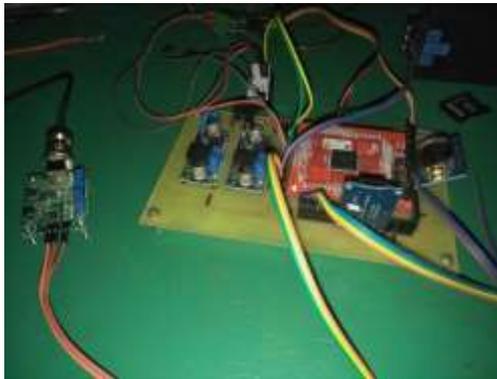
1. Proses pembuatan mekanik dimulai dari pembuatan tangki Saturated Vapor Storage dan pemotongan pipa besi berukuran ½ inch, pemotongan dilakukan menggunakan gerinda tangan untuk mempermudah proses pemotongan. Setelah pemotongan dilakukan pengelasan pipa sesuai dengan gambar 3.4.
2. Masing masing pipa diberi sock dan elbow ukuran ½ inch untuk menyambungannya. Penyambungan dilakukan dengan cara mengelas pipa dengan sock atau elbow.

3. Potongan pipa drain digunakan untuk pemasangan valve yang digerakkan oleh motor servo.

Perancangan elektrik dilakukan dengan penyusunan sensor, kontoler, dan aktuator. Berikut adalah komponen penyusun elektrik dari pengendalian level tangki saturated vapor storage.

1. Mikrokontroller ATMega 1280

Pada Pengerjaan Tugas Akhir ini digunakan ATMega sebagai *controller* utama karena lebih banyak I/O yang tersedia sehingga mempermudah dalam pengerjaan Tugas Akhir. Port – port yang terdapat pada ATMega1280 ini terdapat 11 port diantaranya Port A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L. Port A sampai F sebagai input dan Port G sampai L sebagai output, sebagaimana yang telah ditunjukkan pada gambar 3.6 dibawah merupakan mikrokontroller yang digunakan pada Tugas Akhir ini.



Gambar 3.10 AVR ATMega1280

2. Sensor Non Contact Liquid Level XKC-Y25-T12V
Sensor Non Contact Liquid Level XKC-Y25-T12V digunakan sebagai sensor level untuk mengukur ketinggian air yang ada di dalam tangki. Tegangan yang dikeluarkan oleh sensor

ketika mendeteksi ketinggian air akan dikirim ke Atmega 1280 sebagai controller untuk dilakukan pengolahan data yang selanjutnya akan digunakan untuk memerintah aktuator.



Gambar 3.11 Sensor Non Contact Liquid Level XKC-Y25-T12V

1. Motor Servo

Motor servo berfungsi sebagai penggerak Ball Valve $\frac{1}{2}$ inch. Motor servo pada plant ini sebagai MOV (Motor Operated Valve)

2. Power Supply

Power Supply merupakan komponen utama yang bertindak sebagai catu daya. Power Supply dengan besar tegangan 5 VDC 3A sebagai catu daya untuk Mikrokontroler dan Sensor Level.

3. Display

Pada pengerjaan Tugas Akhir kali ini digunakan layer PC sebagai display kondisi *high* dan *low*. Pada visualisasinya digunakan software Visual Basic yang akan menunjukkan posisi.

High dan Low ketinggian air. Sedangkan untuk bukakan *valve* ditampilkan menggunakan LCD 16x4.



Gambar 3.12 Tampilan LCD saat bukaan *valve* 0% dan 100%

3.2.4 Integrasi Sensor

Integrasi sensor non contact liquid level dan Motor Operated Valve. Pada tahap ini setiap komponen – komponen saling diintegrasikan mulai mekanik hingga elektrik sehingga sistem dapat *running*.

3.2.5 Troubleshooting

Troubleshooting, dilakukan ketika plant *running* namun tidak sesuai dengan *setpoint* yang diharapkan, atau bahkan tidak dapat *running*. *Troubleshoot* dilakukan mulai dari komponen mekanik hingga elektrik, serta melakukan pengecekan kembali pada program.

3.2.6 Pengambilan Data

Pengambilan data, digunakan untuk mengambil data dari hasil *running plant* terhadap sistem pengendalian *level* pada tangki saturated vapor storage.

3.2.7 Analisis Data

Analisis data dan penarikan kesimpulan yaitu menganalisis dari hasil pengambilan data serta mengambil kesimpulan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rancang Bangun Alat

Berikut ini adalah perancangan sistem kontrol otomatis level pada tangki *saturated vapor storage* dimana pada tangki tersebut terjadi proses penguapan air yang telah melewati tube – tube yang terdapat pada *heat exchanger* dan ditampung di dalam tangki *saturated vapor storage* ini.



Gambar 4.1 Mini Desalination Water Plant

Gambar 4.1 merupakan gambar dari mini desalination water plant pada gambar A merupakan level sight glass yang berfungsi sebagai tempat sensor non contact level liquid dan indikator level di dalam tangki *saturated vapor storage*, dan pada gambar B merupakan tempat dari aktuator yaitu servo operating valve. Mini desalination water plant dilengkapi dengan beberapa kontrol otomatis untuk menjalankan proses agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Salah satunya adalah sistem otomatisasi level pada tangki

saturated vapor storage, dengan adanya ketinggian dan volume air tetap terjaga sesuai set point sehingga penguapan dapat berjalan dengan baik. Set point dari pengendalian level ini adalah sebesar 6 cm. Mode kontrol yang digunakan pada sistem kontrol ini adalah mode kontrol on/off yaitu aktuator membuka 100% pada kondisi *high* dan menutup 0% pada kondisi *low*. Pada sistem otomasi level ini menggunakan sensor non contact liquid level sebagai sensor level. Untuk lebih jelasnya gambar 4.1 akan diperjelas di gambar 4.2



Gambar 4.2 A: Level Sight Glass. B: Servo Operating Valve

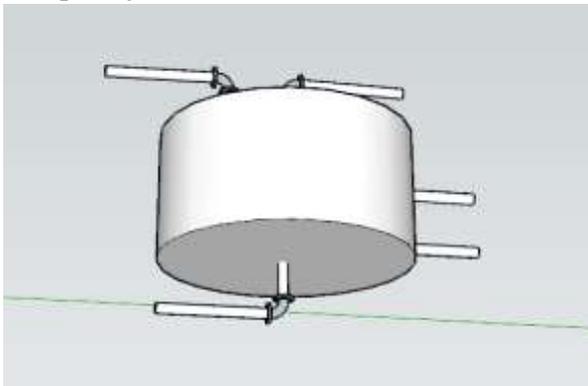
4.1.1 Rancang Bangun Tangki Saturated Vapor Storage

Tangki *Saturated Vapor Storage* dibutuhkan untuk menampung air dari *tubing* yang berada di dalam *heat exchanger* yang belum berubah menjadi uap. Untuk menjaga suhu di dalam tangki agar tidak terjadi pertukaran suhu dengan lingkungan maka tangki didesain berada di dalam *heat exchanger* agar tetap mendapatkan panas dari *burner* yang berada di bawah *heat exchanger*.



Gambar 4.3 A: Tangki Saturated Vapor Storage B: Level Sight Glass

Tangki saturated vapor storage didesain dengan 5 tubing yang memiliki fungsi masing – masing agar proses di dalamnya berjalan sesuai dengan kebutuhan. Pada tangki ini terdapat pipa inlet yaitu sebagai inlet air dari tubing di dalam heat exchanger, pipa outlet yaitu sebagai outlet uap yang akan menuju ke kondensor, pipa drain yang terdapat di bagian bawah berfungsi untuk membuang air yang berlebih di dalam tangki menuju tangki campuran NaCl, dan dua pipa yang berfungsi untuk indikator di level sight glass. Berikut desain tangki saturated vapor storage dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Desain Tangki Saturated Vapor Storage

4.2 Pengujian Sensor Level

Untuk mengetahui keakuratan dari sensor non contact liquid level yang digunakan pada sistem otomasi level, perlu adanya sebuah uji pada sensor tersebut. Berikut merupakan tabel hasil pengujian sensor pada sensor non contact liquid level. Terdapat 2 sensor yang yaitu high dan low. Pengujian dilakukan pada 2 sensor dengan kondisi sensor terhalang dan tidak terhalang air. Pada pengujian didapatkan hasil sebagai berikut:

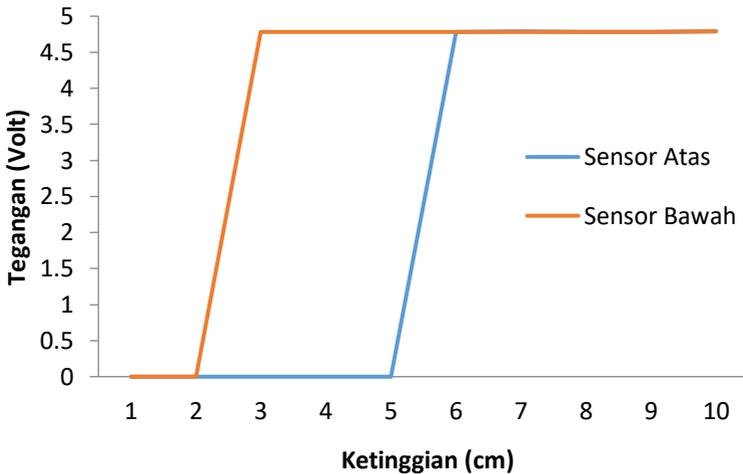
Tabel 4.1 Pengukuran pembacaan nilai sensor non contact liquid level saat terhalang.

Pengujian ke-n	Tegangan (v)	Kondisi
1	4,78	On
2	4,79	On
3	4,77	On
4	4,78	On
5	4,78	On
6	4,79	On
7	4,78	On
8	4,78	On
9	4,78	On
10	4,79	On
Rata – rata	4,782 V	

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui sensor yang terpasang pada tangki saturated vapor storage ketika terhalang atau mendeteksi ketinggian air, sensor level akan mengeluarkan tegangan rata – rata 4,782 Volt hal ini mengindikasikan bahwa sensor berjalan dengan baik. Sensor akan mengeluarkan tegangan sebesar 0 Volt ketika ketinggian air belum mencapai set point yang ditentukan.

Tabel 4.2 Pengukuran pembacaan sensor non contact liquid level XKC-Y25-T12V SKU: SEN0204

Ketinggian (cm)	Pembacaan Sensor Level		Kondisi
	Tegangan Sensor High	Tegangan Sensor Low	
1	0	0	<i>Low</i>
2	0	0	<i>Low</i>
3	0	4,78	<i>Low</i>
4	0	4,78	<i>Low</i>
5	0	4,78	<i>Low</i>
6	4,78	4,78	<i>High</i>
7	4,79	4,78	<i>High</i>
8	4,78	4,78	<i>High</i>
9	4,78	4,78	<i>High</i>
10	4,79	4,79	<i>High</i>



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Sensor

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui bahwa sensor dapat bekerja dengan baik karena bekerja sesuai dengan *set point* yang diinginkan yaitu ketika set point mencapai 6 cm sensor level high akan mengeluarkan tegangan berkisar antara 4,78 V. Pengujian dilakukan dengan membandingkan ketinggian air pada *level sight glass* dengan penggaris. Data yang diperoleh pada tabel 4.5 didapatkan dengan cara menjalankan sistem kontrol pada tangki saturated vapor storage.

4.3 Pengujian Sistem Otomasi Level

Proses sistem otomasi level pada plant tangki dapat dikatakan berjalan dengan baik ketika respon aktuator sesuai dengan data yang diberikan oleh sensor. Berikut merupakan hasil pengujian sistem pengendalian level saturated vapor storage. Untuk mempertahankan level sesuai set point aktuator akan membuka 100% untuk mengeluarkan air di dalam tangki melalui pipa drain.

Tabel 4.3 Data hasil pengujian aktuator

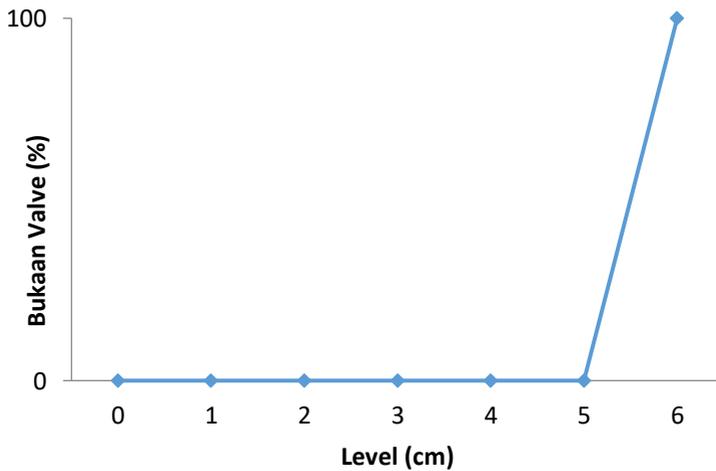
Ketinggian (cm)	Kondisi	Bukaan Valve (%)
0	<i>Low</i>	0
1	<i>Low</i>	0
2	<i>Low</i>	0
3	<i>Low</i>	0
4	<i>Low</i>	0
5	<i>Low</i>	0
6	<i>High</i>	100

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui grafik respon aktuator bukaan valve terhadap tegangan yang dikeluarkan oleh sensor .

Pada grafik akan diketahui bahwa ketika level belum mencapai set point yaitu 6 cm (kondisi level low) maka aktuator akan menutup 0% , dan ketika level telah mencapai set point maka aktuator akan membuka sebesar 100% untuk mengeluarkan air melalui pipa drain hal ini dikarenakan menggunakan mode pengendalian on/off. Aktuator akan tetap membuka sebesar 100% hingga sensor low tidak terhalang oleh air di dalam sight glass.

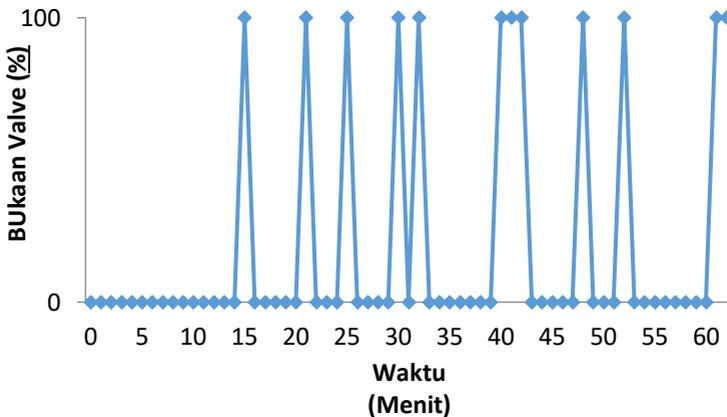
Tabel 4.4 Data hasil pengujian otomasi level

Ketinggian (cm)	Kondisi		Status	Bukaan Valve (%)	Respon Time (s)	Waktu (s)
	Sensor	Sensor				
	Low	High				
1	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	0	3	149,15
2	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	0	2	150,18
3	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	0	2	248,02
4	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	0	2	448,33
5	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Low</i>	0	2	430,21
6	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>High</i>	100	3	300,28

**Gambar 4.2** Grafik Respon Aktuator

Berdasarkan data yang didapatkan pada tabel 4.7 maka dapat dianalisa karakteristik dinamik dari sistem pengendalian level tangki saturated vapor storage. Dibawah ini merupakan grafik yang diperoleh dari pengolahan data pada tabel 4.7.

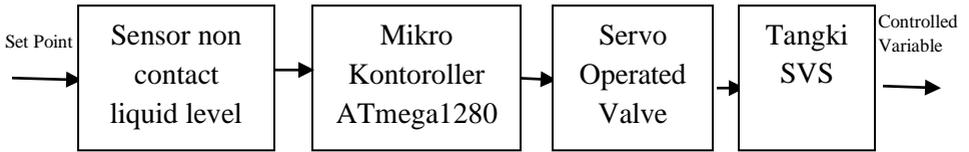
Grafik menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai set point 6 cm yaitu Waktu tersebut dipengaruhi oleh debit air yang masuk ke dalam tangki saturated vapor storage dan suhu yang terdapat di dalam tangki sehingga sebagian air di dalam tangki telah menguap dan menuju kondensor.



Gambar 4.3 Grafik Aksi Aktuator

Berdasarkan grafik pada gambar 4.3 telah diketahui aksi aktuator pada saat *running test* selama kurang lebih 1 jam untuk menghasilkan produk dari proses pada *mini desalination water plant*. Aktuator memberikan aksi berupa bukaan valve 0% ketika kondisi *low* dan bukaan valve 100% ketika kondisi *high*.

4.4 Pembahasan



Gambar 4.6 Diagram Blok Sistem Otomasi Level Saturated Vapor Storage

Rancang bangun sistem otomasi level saturated vapor storage terdiri dari perancangan mekanik dan elektrik agar sistem pengendalian berjalan sesuai dengan set point. Perancangan mekanik dilakukan dengan pembuatan tangki saturated vapor storage dengan *tube* yang memiliki fungsi masing – masing seperti *tube* inlet dari heat exchanger, outlet menuju kondensor, drain, dan *tube* untuk *level sight glass*. Perancangan elektrik dilakukan dengan membuat sistem pengendalian level yang terdiri dari sensor, kontroler dan aktuator. Berdasarkan gambar 4.2 diagram blok sistem otomasi level saturated vapor storage menggunakan sensor non-contact liquid level sebagai sensor level, ATmega 1280 sebagai kontroler, dan servo operated valve sebagai final element atau aktuator.

Pada tugas rancang bangun sistem otomasi level saturated vapor storage ini menggunakan mode kontrol on-off. pada pengujian alat diketahui bahwa sensor non contact liquid level bekerja dengan baik. Sensor tersebut bekerja dengan mendeteksi air yang ada pada *level sight glass* yaitu *low level* dan *high level*. Output dari sensor level ini adalah voltase atau tegangan, berdasarkan tabel 4.1 telah diketahui bahwa tegangan yang dihasilkan yaitu rata – rata 4,782 V yang mengindikasikan sensor dalam kondisi ON. Hasil dari sensor tersebut selanjutnya akan diolah pada kontroler Atmega 1280 yang kemudian akan

mengatur bukaan valve 100% dan 0%. Pada tangki disambungkan dengan *level sight glass* yang berfungsi sebagai indikator *level* dan penempatan sensor. Berdasarkan data yang diambil, sensor high bekerja pada set point 6 cm sehingga ketika *level* telah mencapai set point maka sensor akan mengeluarkan *output* tegangan sebesar rata – rata 4,782. Pengendalian ini memiliki aktuator servo operating valve yang diatur bukaan valvenya dengan bukaan penuh 100% ketika dalam kondisi high, dan tutup penuh 0% ketika dalam kondisi low. Terdapat kendala pada pemilihan sensor level yang digunakan sehingga tidak dapat memilih sensor range.

Berdasarkan data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa apabila sensor mendeteksi air dari *low level* maka sensor akan mengeluarkan voltase $\pm 0\text{vdc}$ lalu data dari sensor diterima oleh *controller* untuk memberikan perintah aksi terhadap aktuator untuk menutup 0% dan ketika air pada ketinggian sesuai *set point* atau *high level* yaitu ketinggian 6 cm maka sensor akan mengeluarkan voltase $\pm 5\text{vdc}$ dan aksi yang dilakukan oleh aktuator adalah membukak 100%.

Adapun respon dari motor servo sebagai aktuator diatur menggunakan sistem kontrol dengan dua kondisi berupa mode kontrol *On-Off*, yaitu menutup 0% dan membuka 100% sehingga respon sistem pada proses di *plant* mengalami penurunan *level* permukaan air yang relatif cepat.

Dari keseluruhan *running* sistem secara umum, sistem pengendalian ini telah beroperasi normal pada tiap-tiap instrumen dan elemen kontrolnya. Kendati hanya terdapat kendala secara proses yang harus menyesuaikan dengan sistem kontrol yang ada.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan tahap perencanaan dan pembuatan yang kemudian dilakukan analisa dari sistem pengendalian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dibuat rancang bangun sistem otomasi level saturated vapor storage. Pada perancangan sistem pengendalian level saturatead vapor storage dapat berjalan sesuai dengan kinerja yang dibutuhkan dengan nilai rata-rata pembacaan tegangan(v) pada sensor ketika terhalang air atau keadaan high sebesar $\pm 4,782$ V dan keadaan low pembacaan tegangan sebesar 0 V. Respon dari aktuator yang berupa ball valve dengan penggerak servo operated valve yaitu buka penuh 100% ketika kondisi high sehingga air didalam tangki dapat dikeluarkan melalui pipa drain dan tutup penuh 0% ketika kondisi low.

5.2 Saran

Adapun saran dari hasil pembuatan tugas akhir ini yaitu :

1. Pembuatan desain lebih diperhatikan khususnya untuk menjaga proses pada pengendalian maupun monitoring.
2. Pemilihan sensor harus diperhatikan dengan mempertimbangkan proses yang ada di plant, seperti memperhatikan suhu dan kandungan bahan yang digunakan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yanuar, Ardi Prasetia. 2016. *"Pengaruh Penambahan Inhibitor Alami terhadap Laju Korosi pada Material Pipa dalam Larutan Air Laut Buatan"*. Surabaya: Jurnal Teknik ITS Vol 5.
- [2] Sunaryo, Geni Rina. 1999. *Perancangan Sistem Pemurnian Air Laut Menjadi Air Tawar Berdasarkan Metoda Desalination Multistage Flash Distillation (MSF)*. Serpong. ISSN No. 1410-0533 P2KTN-BATAN.
- [3] Nababan, Frenky. 2015. *Rancang Bangun Alat Desalinasi Air Laut Sistem Vakum Natural dengan Media Evaporator dan Kondensor yang Dimodifikasi Flange*.
- [4] Ali MT, Fath HES, Armstrong PR. *A comprehensive techno-economical review of indirect solar desalination*. *Renew Sustain Energy Rev* 2011;15:4187-99.
- [5] Gunterus, Frans. 1994. *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [6] Wiki, Robot. 2008-2017. *Datasheet Non-Contact Liquid Level Sensor XKC-Y25-T12V SKU: SEN024*. DFRobot.

- [7] Carlos A. Smith. *Principles and Practice of Automatic Process Control*. John Wiley Son. Inc. 1997.
- [8] Putranto, Agus. 2008. *Teknik Otomasi Industri*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. BSE.
- [9] All Datasheet. 2013. *Datasheet ATmega640 /1280 /1281 /2560 /2561*. Atmel.
- [10] Electronicoscaldas. *Datasheet MG996R High Torque Metal Gear Dual Ball Bearing Servo*. MG996R Tower-Pro.
- [11] Anonymous. 2012. *LCD (Liquid Cristal Display)*. [diakses dari : <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>]

Lampiran A.

Datasheet Non Contact Liquid Level



Non-contact Liquid Level Sensor XKC-Y25-T12V SKU: SEN0204

From Robot Wiki



Contents

- [1 Introduction](#)
- [2 Specification](#)
- [3 Pin Description](#)
- [4 Tutorial](#)
 - [4.1 Requirements](#)
 - [4.2 Connection Diagram](#)
 - [4.3 Sample Code](#)
 - [4.4 Results](#)

Introduction

The non-contact liquid level sensor utilizes advanced signal processing technology by using a powerful chip with high-speed operation capacity to achieve non-contact liquid level detection. No contact with liquid makes the module suitable for hazardous applications such as detecting toxic substances, strong acid, strong alkali and all kinds of liquid in an airtight container under high pressure. There are no special requirements for the liquid or container and the sensor is easy to use and easy to install.

The liquid level sensor is equipped with an interface adapter that makes it compatible with DFRobot "Gravity" interface. There are 4 levels of sensitivity which are set by pressing the SET button.

Specification

- Operating Voltage (InVCC) : DC 5 ~ 24 v
- Current consumption: 5 mA
- Output voltage (high level) : InVCC
- Output voltage (low level) : 0V
- Output current: 1 ~ 50 mA
- Response time: 300 ms
- Operating Temperature : 0 ~ 105 °C
- Range for thickness of induction (sensitivity): 0 ~ 13 mm
- Humidity: 5% ~ 100%
- Material: ABS
- Waterproof performance: IP67
- Dimension : 28 * 28 mm / 1.1 * 1.1 inches

Pin Description



Non-contact Liquid Level Sensor probe
XKC-Y25-T12V

Liquid Level Sensor-XKC-Y25-T12V Pin definition

Num.	Name	Description
1 (Brown)	VCC	InVCC (range: +5V~+24V)
2 (Yellow)	OUT	Liquid level sensor signal output
3 (Blue)	GND	GND
4 (Black)	ADJ	Sensor sensitivity adjusting switch (Adjust the sensor sensitivity, 4 modes in all. Click the SET button on the adapter to set the sensor sensitivity.)

Lampiran B.

Datasheet Mikrokontroler Atmega 32

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 × 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 32Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 1024Bytes EEPROM
 - 2Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFNMLF
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V for ATmega32L
 - 4.5V - 5.5V for ATmega32
- Speed Grades
 - 0 - 8MHz for ATmega32L
 - 0 - 16MHz for ATmega32
- Power Consumption at 1MHz, 3V, 25°C
 - Active: 1.1mA
 - Idle Mode: 0.35mA
 - Power-down Mode: < 1µA



8-bit AVR®
Microcontroller
with 32KBytes
In-System
Programmable
Flash

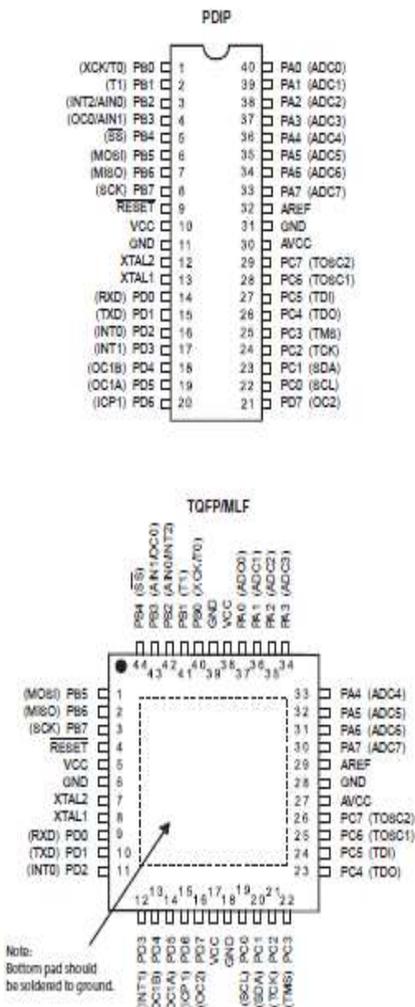
ATmega32
ATmega32L

2503Q-AV11-02/11



Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega32



The Atmel®AVR®AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega32 provides the following features: 32Kbytes of In-System Programmable Flash Program memory with Read-While-Write capabilities, 1024bytes EEPROM, 2Kbyte SRAM, 32 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, a JTAG interface for Boundary-scan, On-chip Debugging support and programming, three flexible Timer/Counters with compare modes, Internal and External Interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, an 8-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain (TQFP package only), a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the USART, Two-wire Interface, A/D Converter, SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next External Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the Asynchronous Timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology. The On-chip ISP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional nonvolatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega32 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The Atmel AVR ATmega32 is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

Pin Descriptions

VCC Digital supply voltage.

GND Ground.

Port A (PA7..PA0) Port A serves as the analog inputs to the A/D Converter.

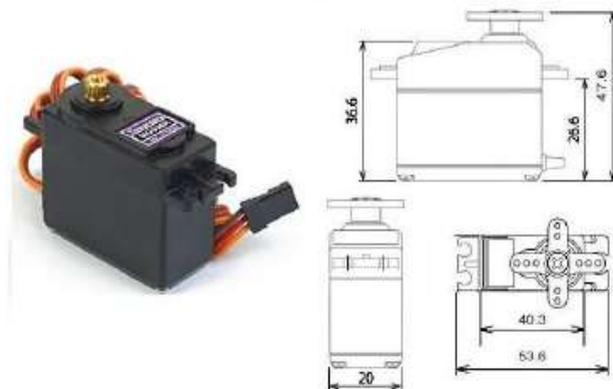
Port A also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. When pins PA0 to PA7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current if the internal pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B (PB7..PB0)	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega32 as listed on page 57.</p>
Port C (PC7..PC0)	<p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.</p> <p>The TD0 pin is tri-stated unless TAP states that shift out data are entered.</p> <p>Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega32 as listed on page 60.</p>
Port D (PD7..PD0)	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega32 as listed on page 62.</p>
RESET	<p>Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 37. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.</p>
XTAL1	<p>Input to the Inverting Oscillator amplifier and input to the Internal clock operating circuit.</p>
XTAL2	<p>Output from the Inverting Oscillator amplifier.</p>
AVCC	<p>AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.</p>
AREF	<p>AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.</p>

Lampiran C.

Datasheet Motor Servo MG 996R Tower Pro

MG996R High Torque Metal Gear Dual Ball Bearing Servo



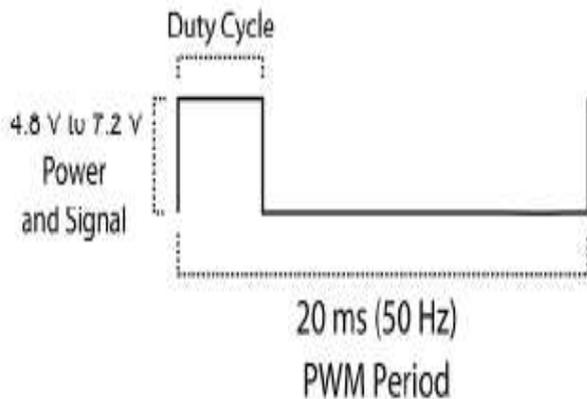
This High-Torque MG996R Digital Servo features metal gearing resulting in extra high 10kg stalling torque in a tiny package. The MG996R is essentially an upgraded version of the famous MG995 servo, and features upgraded shock-proofing and a redesigned PCB and IC control system that make it much more accurate than its predecessor. The gearing and motor have also been upgraded to improve dead bandwidth and centering. The unit comes complete with 30cm wire and 3 pin 'S' type female header connector that fits most receivers, including Futaba, JR, GWS, Cirrus, Blue Bird, Blue Arrow, Corona, Berg, Spektrum and Hitec.

This high-torque standard servo can rotate approximately 120 degrees (60 in each direction). You can use any servo code, hardware or library to control these servos, so it's great for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. The MG996R Metal Gear Servo also comes with a selection of arms and hardware to get you set up nice and fast!

Specifications

- Weight 55 g
- Dimension: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx.
- Stall torque: 9.4 kgf-cm (4.8 V), 11 kgf-cm (6 V)
- Operating speed: 0.17 s/60° (4.8 V), 0.14 s/60° (6 V)

- Operating voltage: 4.8 V a 7.2 V
- Running Current 500 mA – 900 mA (6V)
- Stall Current 2.5 A (6V)
- Dead band width: 5 μ s
- Stable and shock proof double ball bearing design
- Temperature range: 0 °C – 55 °C



Lampiran D

Data Pengujian Sensor Liquid Level Transmitter

KETINGGIAN LEVEL	PEMBACAAN SENSOR LEVEL							
	TEGANGAN SENSOR HIGH (Volt)			RATA - RATA	TEGANGAN SENSOR LOW (Volt)			RATA - RATA
1 CM	0	0	0	0	0	0	0	0
2 CM	0	0	0	0	0	0	0	0
3 CM	0	0	0	0	4,78	4,77	4,78	0
4 CM	0	0	0	0	4,78	4,78	4,78	4,78
5 CM	0	0	0	0	4,79	4,78	4,78	4,783333333
6 CM	4,78	4,78	4,79	4,783333333	4,78	4,78	4,79	4,783333333
7 CM	4,79	4,78	4,79	4,786666667	4,79	4,79	4,77	4,783333333
8 CM	4,78	4,78	4,78	4,78	4,78	4,77	4,79	4,78
9 CM	4,78	4,77	4,78	4,776666667	4,78	4,77	4,78	4,776666667
10 CM	4,79	4,78	4,79	4,786666667	4,79	4,78	4,79	4,786666667

Lampiran E.

```
/******  
***
```

This program was created by the
CodeWizardAVR V3.12 Advanced
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2014 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 23/05/2017
Author : gustiayups
Company :
Comments:

Chip type : ATmega1280
Program type : Application
AVR Core Clock frequency: 8.000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 512

```
*****  
**/
```

```
#include <mega1280.h>  
#include <delay.h>  
#include <stdlib.h>  
#include <string.h>  
#include <spi.h>
```

```
#asm  
    .equ __i2c_port=0x0B ;PORTD
```

```
.equ __sda_bit=1
.equ __scl_bit=0
#endasm
#include <i2c.h>

#include <ds1307.h>
#include <alcd.h>

#define eco PINF.6
#define tri PORTF.5
float level;
int cntLvl;
int counter,msdetik,opena,openb,openc,opend,flaglvl;
int adhigh,adlow;

unsigned char wd;
unsigned char dd;
unsigned char mm;
unsigned char yy;
unsigned char s;
unsigned char m;
unsigned char h;

interrupt [EXT_INT4] void ext_int4_isr(void)
{
    counter++;
}

#include <stdio.h>
```

```

void bacalevel(){
  adhigh=read_adc(2);
  adlow=read_adc(3);
  if(adhigh>512 && adlow>512){sprintf(bufflvl,"High");
flaglvl=2;}
  else if(adhigh<512 && adlow>512){sprintf(bufflvl,"Standart");
flaglvl=1;}
  else if(adhigh<512 && adlow<512){sprintf(bufflvl,"Low");
flaglvl=0;}
}

```

```

void setServoA(float sudut)
{
  unsigned int buff_sudut = (unsigned int)((1.3889*(float)sudut)
+ 250);
  OCR1AH = (unsigned char)(((buff_sudut & (unsigned
int)0xFF00))>>8);
  OCR1AL = (unsigned char) (buff_sudut & (unsigned
int)0x00FF);
}

```

```

void setServoB(float sudut)
{
  unsigned int buff_sudut = (unsigned int)((1.3889*(float)sudut)
+ 250);
  OCR1BH = (unsigned char)(((buff_sudut & (unsigned
int)0xFF00))>>8);
  OCR1BL = (unsigned char) (buff_sudut & (unsigned
int)0x00FF);
}

```

```

void setServoC(float sudut)
{

```

```

    unsigned int buff_sudut = (unsigned int)((1.3889*(float)sudut)
+ 250);
    OCR3AH = (unsigned char)(((buff_sudut & (unsigned
int)0xFF00))>>8);
    OCR3AL = (unsigned char) (buff_sudut & (unsigned
int)0x00FF);
}

```

```

void setServoD(float sudut)
{
    unsigned int buff_sudut = (unsigned int)((1.3889*(float)sudut)
+ 250);
    OCR3BH = (unsigned char)(((buff_sudut & (unsigned
int)0xFF00))>>8);
    OCR3BL = (unsigned char) (buff_sudut & (unsigned
int)0x00FF);
}

```

```

void main(void)
{

#pragma optimize-
CLKPR=0x80;
CLKPR=0x00;
#ifdef _OPTIMIZE_SIZE_
#pragma optimize+
#endif

```

```

PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

```

```

PORTB=0x00;
DDRB=0x60;

```

```

PORTC=0x00;
DDRC=0x00;

```

```
PORTD=0x00;  
DDRD=0x00;
```

```
PORTE=0x00;  
DDRE=0x18;
```

```
PORTF=0x00;  
DDRF=0x00;
```

```
PORTG=0x00;  
DDRG=0x00;
```

```
PORTH=0x00;  
DDRH=0x00;
```

```
PORTJ=0x00;  
DDRJ=0x00;
```

```
PORTK=0x00;  
DDRK=0x00;
```

```
PORTL=0x00;  
DDRL=0x00;
```

```
TCCR0A=0x00;  
TCCR0B=0x03;  
TCNT0=0x64;  
OCR0A=0x00;  
OCR0B=0x00;
```

```
TCCR1A=0xA2;  
TCCR1B=0x1D;  
TCNT1H=0x00;  
TCNT1L=0x00;  
ICR1H=0x13;
```

ICR1L=0x87;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;
OCR1CH=0x00;
OCR1CL=0x00;

TCCR3A=0xA2;
TCCR3B=0x1D;
TCNT3H=0x00;
TCNT3L=0x00;
ICR3H=0x13;
ICR3L=0x87;
OCR3AH=0x00;
OCR3AL=0x00;
OCR3BH=0x00;
OCR3BL=0x00;
OCR3CH=0x00;
OCR3CL=0x00;

EICRA=0x00;
EICRB=0x03;
EIMSK=0x10;
EIFR=0x10;

TIMSK0=0x01;
TIMSK1=0x00;
TIMSK2=0x00;
TIMSK3=0x00;
TIMSK4=0x00;
TIMSK5=0x00;

UCSR0A=0x00;
UCSR0B=0x08;
UCSR0C=0x06;

```
UBRR0H=0x00;
UBRR0L=0x67;
```

```
UCSR1B=0x00;
UCSR2B=0x00;
UCSR3B=0x00;
```

```
ACSR=0x80;
ADCSRB=0x00;
DIDR1=0x00;
```

```
DIDR0=0x00;
DIDR2=0x00;
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;
```

```
SPCR=0x00;
TWCR=0x00;
```

```
i2c_init();
lcd_init(16);
```

```
#asm("sei")
```

```
if ((res=f_mount(0,&fat))==FR_OK)
    printf("Logical drive 0: mounted OK\r\n");
else
    error(res);
```

```
if ((res=f_open(&file,path,FA_WRITE))==FR_OK)
    printf("File %s opened OK\r\n",path);
else
    /* an error occurred, display it and stop */
    error(res);
```

```

while (1)
{

    bacalevel();

    if(flaglvl==2){
        setServoC(180); openc=100;
    }

    if(flaglvl==1||flaglvl==0){
        setServoC(0); openc=0;
    }

    rtc_get_time(&h,&m,&s);          // Fungsi mengambil data
waktu
    rtc_get_date(&wd,&dd,&mm,&yy);   // Fungsi mengambil
data tanggal

    sprintf(buffer,"%s,%s,%s,%s",tempPh,bufflvl,tempKadar,suhu);
    printf("%s",buffer);
    sprintf(buffer,"%02u:%02u:%02u %02u:%02u:%02u pH=
%s,                Kadar=%s,                Level=%s,
Suhu=%s\n",dd,mm,yy,h,m,s,tempPh,bufflvl,tempKadar,suhu);
    f_open(&file,path,FA_WRITE);
    f_write(&file,buffer,sizeof(buffer),&nbytes);
    f_close(&file);
    lcd_gotoxy(0,0); lcd_putsf("Lva=      ");
    lcd_gotoxy(6,0); lcd_puts(tempLevel);
    lcd_gotoxy(0,1); lcd_putsf("Flw=      ");
    lcd_gotoxy(6,1); lcd_puts(tempFlow);

    sprintf(buff,"VW=%3d% VG=%3d%",opena,openb);
    lcd_gotoxy(0,2); lcd_puts(buff);
    sprintf(buff,"VL=%3d% VT=%3d%",openc,opend);
    lcd_gotoxy(0,3); lcd_puts(buff);

```

```
    delay_ms(400);  
  }  
}
```

Lampiran F

Data Hasil Running Test

Tanggal	Waktu	Menit Ke-n	Kondisi	Bukaan Aktuator (%)
17/07/2018	21:30	0	LOW	0
	21:30	1	LOW	0
	21:31	2	LOW	0
	21:32	3	LOW	0
	21:33	4	LOW	0
	21:34	5	LOW	0
	21:35	6	LOW	0
	21:36	7	LOW	0
	21:37	8	LOW	0
	21:38	9	LOW	0
	21:39	10	LOW	0
	21:40	11	LOW	0
	21:41	12	LOW	0
	21:42	13	LOW	0
	21:43	14	LOW	0
	21:44	15	LOW	0
	21:45	16	HIGH	100
	21:46	17	LOW	0
	21:47	18	LOW	0
	21:48	19	LOW	0
	21:49	20	LOW	0
	21:50	21	LOW	0
	21:51	22	HIGH	100
	21:52	23	LOW	0
21:53	24	LOW	0	

	21:54	25	LOW	0
	21:55	26	HIGH	100
	21:56	27	LOW	0
	21:57	28	LOW	0
	21:58	29	LOW	0
	21:59	30	LOW	0
	22:00	31	HIGH	100
	22:01	32	LOW	0
	22:02	33	HIGH	100
	22:03	34	LOW	0
	22:04	35	LOW	0
	22:05	36	LOW	0
	22:06	37	LOW	0
	22:07	38	LOW	0
	22:08	39	LOW	0
	22:09	40	LOW	0
	22:10	41	HIGH	100
	22:11	42	HIGH	100
	22:12	43	HIGH	100
	22:13	44	LOW	0
	22:14	45	LOW	0
	22:15	46	LOW	0
	22:16	47	LOW	0
	22:17	48	LOW	0
	22:18	49	HIGH	100
	22:19	50	LOW	0
	22:20	51	LOW	0
	22:21	52	LOW	0
	22:22	53	HIGH	100
	22:23	54	LOW	0
	22:24	55	LOW	0

	22:25	56	LOW	0
	22:26	57	LOW	0
	22:27	58	LOW	0
	22:28	59	LOW	0
	22:29	60	LOW	0
	22:30	61	LOW	0
	22:31	62	HIGH	100
	22:32	63	HIGH	100
	22:33	64	LOW	0
	22:34	65	LOW	0
	22:35	66	LOW	0
	22:36	67	LOW	0
	22:37	68	LOW	0
	22:38	69	HIGH	100
	22:39	70	LOW	0
	22:40	71	LOW	0
	22:41	72	LOW	0
	22:42	73	LOW	0

BIODATA



Gusti Ayu Puspa Sari yang biasa dipanggil “Ayuk” merupakan mahasiswa dari daerah Tulungagung Jawa Timur yang dilahirkan pada tanggal 28 September 1997. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN 1 Wonokromo, Tulungagung(2004-2010), SMPN 1 Tulungagung(2010-2013), SMAN 1 Boyolangu, Tulungagung(2013-2015). Pada tahun 2015 penulis diterima dan menjadi mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Departemen Teknik Instrumentasi dengan NRP 10511500000061. Selama Kuliah di Departemen Teknik Instrumentasi penulis aktif di organisasi mahasiswa, yaitu Badan Eksekutif Mahasiswa ITS sebagai staff Creative BSO IECC BEM ITS Wahana Juang 2017/2018 serta aktif di dalam divisi Praktikum Workshop Instrumentasi 2017/2018. Apabila ada pertanyaan mengenai tugas akhir penulis dapat menghubungi 082152951944 atau melalui gustiyups@gmail.com.