



TUGAS AKHIR - VI 180629

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
KELEMBABAN TANAH PADA *PLANT*
PENYIRAM TANAH OTOMATIS BERBASIS
*RASPBERRY PI 3B+***

**RAHMAD BAYU RIFALDY
NRP. 10 51 16 000 00 015**

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

**PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020**



TUGAS AKHIR - VI180629

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
KELEMBABAN TANAH PADA *PLANT*
PENYIRAM TANAH OTOMATIS BERBASIS
*RASPBERRY PI 3B+***

**RAHMAD BAYU RIFALDY
NRP. 10 51 16 000 00 015**

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

**PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020**



FINAL PROJECT - VI 180629

**DESIGN OF SOIL HUMIDITY CONTROL
SYSTEM IN PLANT OTOMATIC SOIL SPRAY
WITH RASPBERRY PI 3 B+**

**RAHMAD BAYU RIFALDY
NRP. 10 51 16 000 00 015**

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

**STUDY PROGRAM OF D3 INSTRUMENTATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
Faculty Of Vocation
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020**

LEMBAR PENGESAHAN I

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
KELEMBABAN TANAH PADA *PLANT* PENYIRAM
TANAH OTOMATIS BERBASIS *RASPBERRY PI 3B+*

TUGAS AKHIR

Oleh :

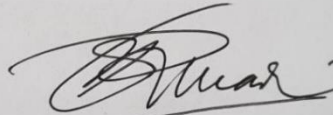
Rahmad Bayu Rifaldy

NRP. 10 51 16 000 00 015

Surabaya, 27 Januari 2020

Mengetahui/Menyetujui

Pembimbing 1



Dr. Ir. Purwadi Agus Darwinto, MSc

NIP. 19620822 198803 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen
Instrumentasi FV-ITS



Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

NIP. 19650309 199002 1 001

LEMBAR PENGESAHAN II

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN KELEMBABAN TANAH PADA *PLANT* PENYIRAM TANAH OTOMATIS BERBASIS *RASPBERRY PI 3B+*

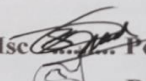


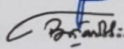
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi DIII Teknologi Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RAHMAD BAYU RIFALDY
NRP. 1051160000015

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, Msc  Pembimbing I
2. Murry Raditya, ST, M.T.  Penguji I
3. Herry Sufyan Hadi, S.T, M.T.  Penguji II
4. Brian Raafi'u S.ST., M.T.  Penguji III

SURABAYA
Januari, 2020

RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN KELEMBABAN TANAH PADA *PLANT* PENYIRAM TANAH OTOMATIS BERBASIS *RASPBERRY PI 3B+*

Nama Mahasiswa : Rahmad Bayu Rifaldy
NRP : 10511600000015
Departemen : Teknik Instrumentasi
Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito

ABSTRAK

Kelembaban tanah merupakan salah satu faktor dari tumbuh kembang tanaman, dimana pertumbuhan tanaman ini memerlukan tingkat kelembaban tanah tertentu agar dapat berkembang dengan baik. Nilai kelembaban tanah yang umum bagi tanaman agar dapat berkembang dengan baik adalah sebesar 40%-60%. Untuk menjaga kelembaban tanah pada nilai kelembaban sebesar 40-60% diperlukan penggunaan teknologi yang maju. Pada penelitian yang dilakukan, perancangan sistem pengendalian kelembaban tanah yang dibuat menggunakan sensor *soil moisture*, *raspberry pi* sebagai kontroler, lalu motor servo sebagai actuator. Bila nilai pembacaan sensor dibawah 40% maka motor servo akan *on* dan membuka *valve* untuk melakukan penyiraman dan bila nilai pembacaan sensor mencapai 40% atau lebih motor servo akan *off*. Hasil dari pengujian alat yaitu sensor *soil moisture* didapatkan nilai sensitivitas sebesar 0.994% dan nilai akurasi sebesar 99,4% dan mendapatkan *error* sebesar 0,006%, nilai histerisis sebesar 0,04575 %. Pada uji respon sistem berdasarkan waktu didapatkan sistem mampu mencapai *set point* (40%-60%) ± 20 detik dengan persentase kelembaban yang terbaca pada detik ke 20 sebesar 44%, dan motor servo dalam kondisi *off* setelahnya.

Kata Kunci : *Soil Moisture*, Pengendalian Kelembaban Tanah, *Raspberry*

**DESIGN OF SOIL HUMIDITY CONTROL SYSTEM IN
PLANT OTOMATIC SOIL SPRAY WITH RASPBERRY PI 3**

B+

Name : Rahmad Bayu Rifaldy
NRP : 10511600000015
Departement : Instrumentation Engineering
Advisors Lecturer I : Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito

ABSTRACT

Soil moisture is one of the factors of plant growth and development, where the growth of this plant requires a certain level of soil moisture in order to develop properly. The general soil moisture value for plants to develop properly is 40% -60%. To maintain soil moisture at a humidity value of 40-60% it is necessary to use advanced technology. In the research conducted, the design of soil moisture control systems is made using a soil moisture sensor, raspberry pi as a controller, then a servo motor as an actuator. If the sensor reading value is below 40%, the servo motor will be on and open the valve to do the watering and if the sensor reading value reaches 40% or more, the servo motor will be off. The results of testing the tool that is soil moisture sensor obtained a sensitivity value of 0.994% and an accuracy value of 99.4% and an error of 0.006%, a hysteresis value of 0.04575%. In the system response test based on time it was found that the system was able to reach the set point (40% -60%) ± 20 seconds with the percentage of humidity read on the 20th second at 44%, and the servo motor in the off condition afterwards.

Keywords: *Soil Moisture , Control Soil Humidity, Raspberry*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT penulis panjatkan karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN KELEMBABAN TANAH PADA PLANT PENYIRAM TANAH OTOMATIS BERBASIS RASPBERRY PI 3B+**” dapat terlaksana sampai laporan tugas akhir ini dapat penulis susun hingga selesai.

Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan dukungan dan peran serta dari berbagai pihak. Untuk itulah dalam kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah *Subhanahuwata'ala* yang telah memberikan kemudahan serta kemampuan untuk mengerjakan tugas akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendukung dan memberi semangat serta mendoakan kelancaran tugas akhir ini.
3. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito. sebagai pembimbing Tugas Akhir yang telah membina, memfasilitasi, memberikan banyak ilmu serta pengalaman dan senantiasa sabar dalam membimbing penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
4. Totok Soehartanto. selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi FV- ITS.
5. Teman – teman D3 Teknik Instrumentasi FV - ITS tahun angkatan 2016 khususnya teman sekelompok saya (Dedi, Dhiva, dan Abah) dan Candra yang telah bekerjasama dan menjadi penyemangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Mas Arfian yang telah memberikan pengalaman dan saran dalam pengerjaan tugas akhir ini.
7. Teman – teman “MAIN” yang tak pernah bosan mendengar keluh kesah penulis dan selalu memotivasi memberi semangat dari awal masuk sampe tahun terakhir.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima segala masukan berupa saran, kritik, dan segala bentuk tegur sapa demi kesempurnaan laporan ini.

Demikian laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan dengan harapan dapat bermanfaat dalam akademik baik bagi penulis maupun bagi pembaca.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN I	vii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
DAFTAR NOTASI	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kelembaban Tanah	5
2.2 Sistem Pengendalian Proses	6
2.3 Sistem Kontrol	6
2.4 Pengendalian <i>Mode On-Off</i>	8
2.5 Respon Sistem.....	9
2.6 Sensor Kapasitif	9
2.7 Sensor <i>Soil Moisture Capacitive Analog</i>	10
2.8 ADC MCP 3008	11
2.9 Raspberry Pi.....	12

2.10 Karakteristik Statik.....	14
2.11 Karakteristik Dinamik	16
2.12 Teori Ketidakpastian	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	21
3.2 Gambaran Umum Kontrol Kelembaban Tanah	24
3.3 Perancangan Sistem Kontrol Kelembaban Tanah Pada <i>Plant</i> penyiram tanaman otomatis.....	25
3.4 Perancangan <i>Hardware</i> Pengendalian Kelembaban Tanah Pada <i>Plant</i> Penyiram Tanah Otomatis	28
3.5. Pembuatan Alat	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil Perancangan Alat	39
4.2 Data Pengujian Sensor	43
4.3 Kalibrasi Sensor	45
4.4 Pembahasan.....	48
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
Lampiran A Tabel Data dan Perhitungan	55
Lampiran B <i>Data Sheet</i> Komponen <i>Plant</i>	58
Lampiran C Program pada <i>Plant</i>	66
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Kontrol <i>Loop</i> Terbuka.....	7
Gambar 2.2 Sistem Kontrol <i>Loop</i> Tertutup	8
Gambar 2.3 Sensor <i>Soil moisture capacitive analog</i>	10
Gambar 2.4 MCP 3008.....	10
Gambar 2.5 <i>Raspberry Pi 3b +</i>	12
Gambar 2.6 <i>GPIO Header Raspberry Pi 3 model B+</i>	14
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Parameter Kelembaban Tanah Ideal.....	22
Gambar 3.3 <i>Block Diagram Plant</i> Penyiram Tanah Otomatis....	24
Gambar 3.4 <i>Process Flow Diagram Plant</i> penyiram tanah otomatis	26
Gambar 3.5 <i>Piping and Instrumentation Diagram Plant</i> penyiram tanah otomatis	27
Gambar 3.6 Desain <i>Plant</i> Penyiram Tanah Otomatis	28
Gambar 3.7 <i>Wiring Sensor Soil Moisture</i>	31
Gambar 3.8 <i>Wiring</i> Total pada Panel	33
Gambar 3.9 Pemasangan Sensor <i>Soil Moisture</i> pada <i>Plant</i>	35
Gambar 3.10 <i>Flowchart</i> Program Pengendalian Kelembaban Tanah.....	36
Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> Kerja Sistem Pengendalian Kelembaban Tanah	37
Gambar 4.1 Hasil Pembuatan <i>Plant</i> Pengatur Kelembaban Tanah dan pH Otomatis	39
Gambar 4.2 Tampilan Nilai <i>ADC</i> Kelembaban Tanah pada <i>Desktop</i>	40
Gambar 4.3 Tampilan Nilai Kelembaban Tanah pada <i>LCD</i>	40
Gambar 4.4 <i>Three-way Meter</i>	41
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Nilai <i>ADC</i> Terhadap Nilai Persentase Kelembaban.....	43
Gambar 4.6 Grafik Histerisis Sensor Kapasitif <i>Soil Moisture</i>	44
Gambar 4.7 Grafik Respon Sistem Kelembaban Tanah.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan Sensor Kelembaban Tanah.....	29
Tabel 4.1 Hasil Pembacaan Sensor Pada Sampel 1.....	42
Tabel 4.2 Rata-rata Pembacaan <i>ADC</i> dan <i>LCD</i>	42
Tabel 4.3 Pembacaan Tingkat Kelembaban Naik Turun	44
Tabel 4.4 Hasil Rata-rata Pengujian Sensor Kapasitif <i>Soil</i> <i>Moisture</i>	45
Tabel 4.5 Data Respon Sistem Bukan Motor Servo.	47

Daftar Notasi

Y_n	= Pembacaan Validasi
X_n	= Pembacaan Alat
O	= <i>output</i>
I	= <i>input</i> .
K	= Kemiringan Garis
a	= Pembuat Nol (<i>zero bias</i>)
σ	= Standar Deviasi
SSR	= <i>Sum Square Residual</i>
D_i	= Koreksi Alat Ukur
D_i'	= Rata-rata Koreksi
N	= Banyak range pengukuran
C_i	= Koefisien sensitivitas pada ketidakpastian ke-I
U_c	= Ketidakpastian kombinasi/gabungan
V_{out}	= Tegangan keluaran
V_{in}	= Tegangan masukan
\hat{H}	= Histerisis
\hat{N}	= Non-Linearitas
GPIO	= <i>General Purpose Input/Output</i>
RH	= <i>Relative Humidity</i>
O	= <i>Output</i>
I	= <i>Input</i>
A	= <i>Akurasi</i>
v	= Derajat Kebebasan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang terletak di wilayah tropis, Indonesia memiliki potensi pertanian yang baik, terutama untuk jenis tanaman tropis. Di sektor pertanian Indonesia memiliki beragam jenis tanaman, hal ini terikat dengan persyaratan pula dalam agar tanaman dapat tumbuh dengan baik seperti ketinggian tempat, iklim, air, tanah, dan kelembaban. Terdapat dua jenis kelembaban yang dapat dibedakan yaitu kelembaban pada udara dan kelembaban pada tanah. Kelembaban tanah dinyatakan dengan berapa banyak kandungan air yang mengisi rongga tanah (Pamungkas, 2011). Mengetahui nilai kelembaban tanah penting bagi para pakar pertanian. Defisit dalam kelembaban dapat menuju pada kelayuan tanaman sehingga tindakan perbaikan tepat pada waktunya melalui irigasi dapat menyelamatkan tanaman pertanian. Pertumbuhan vegetasi memerlukan tingkat kelembaban tanah tertentu. Oleh karenanya, dapat dikatakan bahwa kelembaban tanah pada tingkat tertentu dapat menentukan tata guna lahan (Nugroho, 2011). Namun demikian, perlu juga diketahui bahwa tingkat kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan dalam hal pertumbuhan tanaman, yang kebanyakan tanaman pangan tidak cocok bila ditanam pada tanah dengan kelembaban tinggi. Bisa diambil contoh nilai kelembaban tanah yang baik untuk tanaman cabai adalah berkisar antara 40-60%, dan kebanyakan jenis tanaman baik bila tumbuh pada kadar kelembaban 40%-60%. Selain itu pH tanah juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, dengan menjaga pH tanah di angka normal yaitu 6-7 dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Javamasagro, 2019).

Untuk menjaga pH dan nilai kelembaban tanah agar mencegah defisit maupun kelebihan tingkat kelembaban pada tanah perlu dilakukan penyiraman dan kontrol pH secara rutin. Untuk pelaksanaan tersebut tentunya perlu penambahan tenaga kerja yang banyak sehingga dapat menyebabkan penambahan biaya. Disini

peran penting dari kemajuan teknologi untuk mengetahui nilai kelembaban dan pH dari bidang tanah atau lahan yang digunakan untuk menjaga nilai pH dan kelembaban tanah sehingga dapat dilakukan manipulasi agar dapat mencapai kondisi kelembaban tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman. dengan kemajuan teknologi dapat diterapkan sistem otomatis guna meminimalisir tenaga kerja.

Oleh karena itu pada tugas akhir ini dirancang sistem pengendalian kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah dengan tujuan mengetahui dan dapat mengontrol kelembaban pada tanah secara otomatis dengan menggunakan sensor kelembaban tanah, hal ini dapat membantu memudahkan dalam mengetahui dan menjaga kelembaban dari bidang tanah dengan baik secara *continue*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir mengenai pengendalian kelembaban tanah *plant* penyiram tanah berbasis *raspberry* pi 3b+

- a. Bagaimana merancang sistem kontrol kelembaban tanah untuk menjaga kelembaban tanah secara otomatis?
- b. Bagaimana mengetahui performa sistem pengendalian kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis ?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan utama tugas akhir ini adalah untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir sebagai syarat kelulusan dari program studi Diploma 3 Teknik Instrumentasi serta hasil dari penelitian tersebut diharapkan dapat digunakan sebagai alat kontrol dan *monitoring* kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis dan untuk memberikan solusi pada rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut :

- a. Merancang sistem kontrol kelembaban tanah untuk menjaga kelembaban tanah secara otomatis
- b. Mengetahui performa sistem pengendalian kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis.

1.4 Batasan Masalah

Adapun perlu diberikan beberapa batasan permasalahan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini yaitu :

- a. Perancangan alat pengatur kelembaban tanah
- b. Variabel yang dikendalikan adalah kelembaban
- c. Sensor yang digunakan adalah *capacitive soil moisture* sensor.
- d. Menggunakan *Raspberry Pi 3 b+*

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dalam mengerjakan tugas akhir ini mahasiswa atau penulis paham dan mengerti dalam merancang dan membangun suatu sistem kontrol kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis.

“Halaman ini sengaja dikosongkan“

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah adalah air yang mengisi sebagian atau seluruh pori – pori tanah yang berada di atas *water table*. Definisi yang lain menyebutkan bahwa kelembaban tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan di antara pori – pori tanah. kelembaban tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi dan perkolasi. Kelembaban tanah memiliki peranan yang penting bagi pemerintah untuk mengetahui informasi seperti potensi aliran permukaan dan pengendali banjir, kegagalan erosi tanah dan kemiringan lereng, manajemen sumber daya air, geoteknik, dan kualitas air. Kelembaban tanah merupakan salah satu variabel kunci pada perubahan dari air dan energi panas di antara permukaan dan atmosfer melalui evaporasi dan transpirasi

Pertumbuhan vegetasi memerlukan tingkat kelembaban tanah tertentu. Oleh karenanya, dapat dikatakan bahwa kelembaban tanah pada tingkat tertentu dapat menentukan bentuk tata guna lahan. Peristiwa kekeringan yang terjadi di suatu daerah juga lebih banyak berkaitan dengan berapa besar tingkat kelembaban yang ada di dalam tanah daripada jumlah kejadian hujan yang turun di tempat tersebut. Namun demikian, perlu juga diketahui bahwa tingkat kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan dalam hal kegiatan pemanenan hasil pertanian atau kehutanan yang menggunakan alat – alat mekanik

Untuk tanah pertanian perubahan kondisi kandungan kelembaban tanah perlu diperhatikan apakah sangat kering pada musim kemarau atau sangat basah pada musim penghujan, sehingga nantinya keadaan tanah dapat digunakan untuk tingkat produktivitas yang optimal serta dapat mempertahankan komoditi produksi pangan. Mengetahui perbedaan kelembaban tanah permukaan dapat membantu mengoptimalkan pengelolaan tanah dalam suatu penggunaan lahan, sehingga produktifitas dapat dipertahankan. Selain itu, keadaan iklim sekarang tidak menentu karena dipengaruhi oleh perubahan cuaca yang sangat cepat dan

sulit untuk mengetahui kapan musim kemarau ataupun musim penghujan sehingga memiliki dampak pada hampir seluruh bidang (SA Nugroho, 2011).

2.2 Sistem Pengendalian Proses

Sistem pengendalian proses atau disebut otomatisasi tidak hanya diperlukan demi kelancaran operasi, *safety*, ekonomi maupun mutu produk, tetapi lebih merupakan kebutuhan saat ini. Suatu proses industri tidak akan dapat dijalankan tanpa bantuan sistem pengendalian. Parameter yang umum dikendalikan dalam suatu proses adalah tekanan (*pressure*), laju aliran (*flow*), suhu (*temperature*) dan permukaan zat cair (*level*). Gabungan serta alat – alat pengendalian otomatis yang disebut sistem pengendalian proses (*process control system*). Sedangkan semua peralatan yang membentuk sistem pengendalian tersebut disebut instrumentasi pengendalian proses (Roekmono, 2019).

Secara garis besar rangkaian pengendalian proses dibagi menjadi empat langkah yaitu mengukur–membandingkan–menghitung – mengkoreksi. Langkah yang pertama, mengukur, mengukur merupakan tugas dari sensor. Langkah berikutnya adalah membandingkan apakah hasil pengukuran dari sensor sudah sesuai dengan apa yang dikehendaki. Apabila terjadi ketidaksesuaian antara *setpoint* dengan hasil pengukuran maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan aksi apa yang dilakukan agar dapat sesuai dengan *setpoint* yang diinginkan. Pada langkah kedua dan ketiga ini adalah tugas dari pengendali. Langkah terakhir adalah melakukan pengkoreksian yang merupakan tugas dari aktuator.

2.3 Sistem Kontrol

Sistem kontrol merupakan suatu kumpulan cara atau metode yang dipelajari dari kebiasaan-kebiasaan manusia dalam bekerja, dimana manusia membutuhkan suatu pengamatan kualitas dari apa yang telah mereka kerjakan sehingga memiliki karakteristik sesuai dengan yang diharapkan pada mulanya. Terdapat dua jenis sistem

kontrol, yaitu sistem kontrol *loop* terbuka dan sistem kontrol *loop* tertutup.

a. Sistem Kontrol Loop Terbuka (*Open-Loop Control System*)

Suatu sistem kontrol yang mempunyai karakteristik dimana nilai keluaran tidak memberikan pengaruh pada aksi kontrol disebut Sistem kontrol *loop* terbuka (*open loop control system*). Sistem kontrol *loop* terbuka ini memang lebih sederhana, murah, dan mudah dalam desainnya, akan tetapi akan menjadi tidak stabil dan seringkali memiliki tingkat kesalahan yang besar bila diberikan gangguan dari luar.

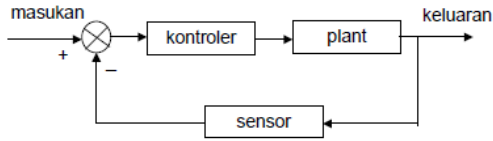


Gambar 2.1 Sistem Kontrol *Loop* Terbuka (Triwiyatno, 2011).

Dari gambar 2.1 bisa diambil dari sistem *loop* terbuka adalah operasi mesin cuci. Penggilingan pakaian, pemberian sabun, dan pengeringan yang bekerja sebagai operasi mesin cuci tidak akan berubah (hanya sesuai dengan yang diinginkan seperti semula) walaupun tingkat kebersihan pakaian (sebagai keluaran sistem) kurang baik akibat adanya faktor-faktor yang kemungkinan tidak diprediksikan sebelumnya.

b. Sistem Kontrol Loop Tertutup (*Closed-Loop Control System*)

Sistem kontrol *loop* tertutup adalah identik dengan sistem kontrol umpan balik, dimana nilai dari keluaran akan ikut mempengaruhi pada aksi kontrolnya. Dibandingkan dengan sistem kontrol *loop* terbuka, sistem kontrol *loop* tertutup memang lebih rumit, mahal, dan sulit dalam desain. Akan tetapi tingkat kestabilannya yang relatif konstan dan tingkat kesalahannya yang kecil bila terdapat gangguan dari luar, membuat sistem kontrol ini lebih banyak menjadi pilihan para perancang sistem kontrol.



Gambar 2.2 Sistem Kontrol *Loop* Tertutup (Triwiyatno, 2011).

Dari gambar 2.2 merupakan sistem kontrol tertutup dan memiliki banyak sekali contoh, salah satu contohnya adalah operasi pendinginan udara (AC). Masukan dari sistem AC adalah derajat suhu yang diinginkan si pemakai. Keluarannya berupa udara dingin yang akan mempengaruhi suhu ruangan sehingga suhu ruangan diharapkan akan sama dengan suhu yang diinginkan. Dengan memberikan umpan balik berupa derajat suhu ruangan setelah diberikan aksi udara dingin, maka akan didapatkan kesalahan (*error*) dari derajat suhu aktual dengan derajat suhu yang diinginkan. Adanya kesalahan ini membuat kontroler berusaha memperbaikinya sehingga didapatkan *error* yang semakin lama semakin mengecil (Triwiyatno, 2011).

2.4 Pengendalian *Mode On-Off*

Mode kontrol *two-position* atau biasa disebut *mode* kontrol *on-off*. Dalam sistem kontrol *on-off*, elemen penggerak hanya memiliki dua posisi tetap, yang, dalam banyak kasus, hanya hidup dan mati. Kontrol jenis *on-off* relatif sederhana dan murah dan, untuk digunakan dalam sistem kontrol industri dan domestik. Dengan sinyal output dari pengontrol menjadi $u(t)$ dan sinyal *error* yang digerakkan menjadi $e(t)$. Dalam kontrol *on-off*, sinyal $u(t)$ tetap pada nilai maksimum atau minimum, tergantung pada apakah sinyal *error* yang digerakkan adalah positif atau negatif, sehingga di mana U_1 dan U_2 adalah konstanta. Nilai minimum U_2 biasanya nol atau $-U_1$. Pengontrol dua posisi pada umumnya adalah perangkat listrik, dan katup yang dioperasikan *solenoid* listrik banyak digunakan pada pengontrol tersebut (Ogata, 2010).

Pengontrol secara *on-off* merupakan pengontrol paling sederhana dan tangguh (*robust*) namun nilai akurasi menjadi batasan ketika memerlukan pengontrolan akurasi tinggi karena

variabel kendali (*controlled variable*) sistem selalu mengandung osilasi. Pengontrol *on-off* banyak diterapkan pada sistem pengendalian di rumah tangga dan banyak digunakan seperti pada sistem penampung air, setrika listrik, *oven* listrik dan pemanas air (Hidayat, Rahmatika, Syaifei, & Tumbelaka, 2018).

2.5 Respon Sistem

Dalam sistem pengendalian respon sistem adalah perubahan perilaku output terhadap perubahan sinyal *input*. Respon sistem berupa kurva ini akan menjadi dasar untuk menganalisa karakteristik sistem. Bentuk kurva respon sistem dapat dilihat setelah sistem mendapatkan sinyal *input*. Sinyal input yang diberikan untuk mengetahui karakteristik sistem disebut sinyal test. Ada 3 tipe *input* sinyal *test* yang digunakan untuk analisa sistem dari bentuk kurva respon :

- *Impulse signal*, (sinyal kejut sesaat) :
Respon suatu sistem ketika diberikan *input* berupa sinyal *impulse*.
- *Step signal*, (sinyal input tetap DC secara mendadak) :
Respon suatu sistem ketika diberikan *input* berupa sinyal *unit step*.
- *Ramp signal*, (sinyal yang berubah secara berangsur)

Suatu sistem dianalisa kinerjanya menggunakan sinyal tes. Sinyal tes yg sering digunakan adalah *impulse*, *unit step* dan *ramp*. *Respon impulse* suatu sistem adalah fungsi alih sistem tersebut (Nuryono, 2017).

2.6 Sensor Kapasitif

Sensor Kapasitif merupakan sensor elektronika yang bekerja berdasarkan konsep kapasitif. Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan muatan energi listrik yang dapat disimpan oleh sensor akibat perubahan jarak lempeng, perubahan luas penampang, dan perubahan volume dielektrik sensor kapasitif tersebut. Konsep kapasitor yang digunakan dalam sensor kapasitif adalah proses penyimpanan dan melepas energi listrik dalam bentuk muatan-

muatan listrik pada kapasitor yang dipengaruhi oleh luas permukaan, jarak, dan bahan dielektrik.

2.7 Sensor Soil Moisture Capacitive Analog

Sensor merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran fisik menjadi nilai lain seperti tegangan, arus, atau yang lainnya. Sensor Kelembaban berjenis kapasitif *analog* ini bekerja pada 3,3-5,5 VDC, dengan keluaran sensor 0-3.0VDC, dan beroperasi pada arus 5mA. Sensor kapasitif beroperasi secara kapasitif dengan sifat dielektrik melalui medium. Pada sensor terdapat dua plat dan dibagian tengahnya berisi rongga udara yang menghasilkan medan listrik yang memiliki 2 bagian, yang pertama adalah secara langsung dan merata pada bagian papan, dan ada medan listrik lainnya yang terpancar keluar dari papan dalam bentuk setengah lingkaran yang kembali ke medan listrik pertama, hampir sama dengan garis fluks pada medan magnet yang keluar secara melingkar, dari sinilah tanah dapat mengganggu bagian medan listrik yang memancar dari lempeng dan terhalang saat mencoba kembali ke lempeng lainnya sehingga terjadi perubahan dielektrik, karena pada dasarnya pengukuran kapasitif mengukur dielektrik (yang terbentuk oleh tanah dan air) berupa ion-ion yang terlarut dalam uap air (Devashis, 2018).



Gambar 2.3 Sensor Soil moisture capacitive analog

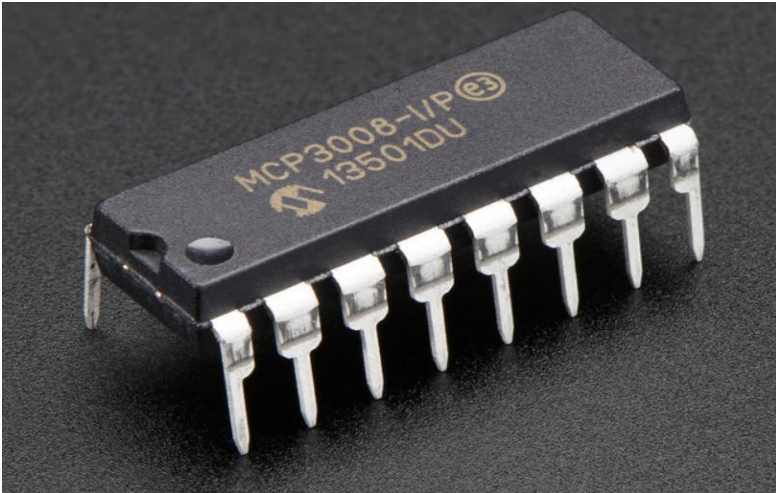
Berikut spesifikasi dari sensor *turbidity analog* yaitu:

1. Tegangan operasi : 3.3-5 VDC
2. Operasi Lancar : 5mA
3. Perlawanan Isolasi : 100M (Min)
4. Keluaran analog : 0-3 vdc

Sensor ini lebih baik dalam hal pembacaan dan masa pakai yang lebih lama dibandingkan dengan sensor jenis resistif yang cepat mengalami korosi karena proses elektrolisis. Sensor ini lebih sering digunakan menggunakan *arduino*, namun tetap bisa diintegrasikan dengan *raspberry pi 3b+* menggunakan *ADC* karena output dari sensor berupa analog sehingga perlu di konversi lagi menjadi bentuk digital agar dapat dibaca oleh *raspberry pi* (Devashis, 2018).

2.8 ADC MCP 3008

Raspberry pi merupakan *mini PC* yang tidak bisa membaca keluaran *analog*. Sensor yang digunakan pada *plant* ini adalah sensor berjenis *analog* sehingga perlu ditambahkan komponen guna konversi *output* dari sensor menuju *raspberry pi*, maka digunakanlah *ADC*. pada *plant* ini digunakan *ADC* jenis MCP 3008. Disini *mcp* ini bertindak sebagai penjemabatan antara sensor dengan *raspberry*, dengan spesifikasi 8 *input* analog yang memungkinkan memasang 8 buah sensor dan 4 buah pin digital untuk masuk menuju *raspberry* (Dynamic.me, 2019).



Gambar 2.4 MCP 3008 (Dynamic.me, 2019)

2.9 Raspberry Pi

Raspberry pi merupakan komputer dalam satu *singleboard Operating System (OS)* pada *raspberry pi* yaitu *Linux*. *Raspberry pi* memiliki beberapa seri seperti *raspberry pi* 1, 2, 3, model A, model A+, model B, model B+. Seri yang akan digunakan dalam penelitian kali ini adalah *raspberry pi* 3 model B yang merupakan seri terbaru. Berikut ini adalah spesifikasi dari *Raspberry pi* 3 model B (Christian, 2017)

a. **Prosesor**

System on a Chip (SoC) berupa jenis chip jenis *BroADCom BCM2837R*. CPU 4x *ARM Cortex-A53*, kecepatan prosesor 1.2 GHz, GPU berupa *BroADCom VideoCore IV*, dengan RAM 1 GB LPDDR2 (900 MHz).

b. **Slot Secure Digital Card (SD Card)**

Raspberry pi 3 model B dilengkapi dengan slot *SD card* sebagai *hard drive* untuk menyimpan seluruh data.

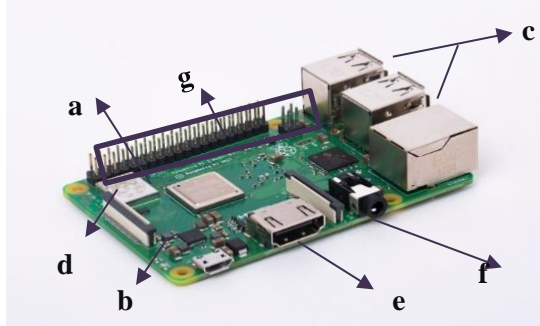
c. **Port USB**

Raspberry pi 3 model B mempunyai 4 port USB tipe 2.0.

d. **Bluetooth**

Raspberry pi 3 model B mempunyai jenis *Bluetooth* 4.1

Classic yang berfungsi sebagai media penghubung komunikasi dengan perangkat komunikasi lainnya.



Gambar 2.5 *Raspberry Pi 3 model B+* (Christian, 2017)

e. **Konektor HDMI**

Raspberry pi 3 model B mempunyai *port* HDMI sebagai perantara *audio/video* yang akan ditampilkan pada sebuah monitor.

f. ***Output Audio Analog***

Port audio analog berfungsi sebagai penyedia keluaran *audio analog* untuk disambungkan pada perangkat *speaker* dengan *jack* sebesar 3,5 mm.

g. ***Raspberry pi 3 model B* terdapat 40 buah pin.**

Pin pada *Raspberry pi 3* terdiri dari beberapa bagian yaitu bagian VCC, GND, dan GPIO (*General Purpose Input/Output*). Terdapat 3 pin VCC dan 8 pin GND. Pin GPIO mulai dari GPIO2 hingga GPIO27, pada pin GPIO terdapat fungsi lainnya.

Raspberry Pi 3 GPIO Header				
Pin#	NAME		NAME	Pin#
01	3.3v DC Power		DC Power 5v	02
03	GPIO02 (SDA1 , I ² C)		DC Power 5v	04
05	GPIO03 (SCL1 , I ² C)		Ground	06
07	GPIO04 (GPIO_GCLK)		(TXD0) GPIO14	08
09	Ground		(RXD0) GPIO15	10
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)		(GPIO_GEN1) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)		Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)		(GPIO_GEN4) GPIO23	16
17	3.3v DC Power		(GPIO_GEN5) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)		Ground	20
21	GPIO09 (SPI_MISO)		(GPIO_GEN6) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)		(SPI_CE0_N) GPIO08	24
25	Ground		(SPI_CE1_N) GPIO07	26
27	ID_SD (I ² C ID EEPROM)		(I ² C ID EEPROM) ID_SC	28
29	GPIO05		Ground	30
31	GPIO06		GPIO12	32
33	GPIO13		Ground	34
35	GPIO19		GPIO16	36
37	GPIO26		GPIO20	38
39	Ground		GPIO21	40

29/02/2016

Gambar 2.6 GPIO Header Raspberry Pi 3 model B+ (Christian, 2017)

2.10 Karakteristik Statik

Karakteristik statik pengukuran merupakan karakteristik yang ditentukan melalui perhitungan matematik atau secara grafik. Karakteristik statik merupakan karakter yang menggambarkan parameter dari sebuah instrument pada saat keadaan *steady* (Bentley, 2005) Karakteristik statik terdiri dari:

a. *Range*

Range merupakan selisih antara nilai minimum dan maksimum yang terukur oleh suatu instrument atau alat ukur.

b. *Akurasi*

Akurasi merupakan tingkat ketelitian suatu alat dalam memberikan hasil pengukuran. Akurasi diperoleh dari persamaan berikut:

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\% \quad (2.1)$$

dimana :

Y_n = pembacaan validasi

X_n = pembacaan alat

c. Toleransi

Toleransi menunjukkan kesalahan maksimum yang diperbolehkan pada hasil pembacaan alat ukur.

d. Sensitivitas

Sensitivitas menunjukkan perubahan output instrument yang terjadi saat diberi kualitas pengukuran yang berbeda. Sensitivitas diperoleh dari persamaan berikut:

$$S = \frac{\Delta O}{\Delta I} \quad (2.2)$$

Dimana :

O = output

I = input.

e. Repeatability

Repeatability merupakan kemampuan instrument dalam menampilkan ulang output pengukuran yang sama pada pengukuran yang berulang.

f. Linearitas

Linearitas merupakan grafik yang menampilkan pengukuran nilai sebenarnya (*input*) yang dapat menghasilkan output nilai yang ditunjukkan oleh instrument (*output*). Pengukuran yang baik adalah ketika input pengukuran dan output pengukuran berbanding lurus (*linear*). Linearitas dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$O - O_{min} = \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}} (I - I_{min}) \quad (2.3)$$

Persamaan Linearitas :

$$O_{ideal} = KI + a \quad (2.4)$$

Dimana:

$$K = \frac{O_{max} - O_{min}}{I_{max} - I_{min}} \quad (2.5)$$

Dan

$$a = O_{min} - KI_{min} \quad (2.6)$$

dimana :

$$O = 1.6 \times 10^{-3}I + 4.0 \quad (2.7)$$

g. Non Linearitas

Pengukuran yang baik adalah jika *input* pengukuran (nilai sesungguhnya) memberikan *output* (nilai yang ditunjukkan alat ukur) yang sebanding lurus. Sehingga bisa dikatakan bahwa *non-linearitas* adalah terjadinya penyimpangan garis *linier*. *Non-linearitas* (N) diperoleh dari rumus sebagai berikut.

$$N(I) = O(I) - (KI + a) \quad (2.8)$$

Jika sebuah instrumen memiliki hubungan *input-output* tidak berupa garis lurus, penyimpangan dari garis lurus tersebut dikenal sebagai nonlinieritas. Seringkali nonlinieritas dinyatakan dalam nonlinieritas maksimum dalam bentuk prosentase skala penuh, yaitu:

$$\text{Max. Non-Linearitas} = \frac{\hat{N}}{O_{\max} - O_{\min}} \times 100\% \quad (2.9)$$

Dimana :

K = Kemiringan Garis

a = Pembuat Nol (*zero bias*)

h. Histerisis

Histeresis menunjukkan perbedaan nilai *output* pembacaan saat menggunakan nilai *input* naik (dari rendah ke tinggi), dengan nilai *output* pembacaan saat menggunakan nilai *input* turun (dari tinggi ke rendah).

$$H(I) = O(I)_{\downarrow} - O(I)_{\uparrow} \quad (2.10)$$

Histeresis biasanya dinyatakan dalam histeresis maksimum dalam bentuk prosentase skala penuh, yaitu:

$$\text{Max. Histerisis} = \frac{\hat{H}}{O_{\max} - O_{\min}} \times 100 \quad (2.11)$$

2.11 Karakteristik Dinamik

Karakteristik dinamik merupakan suatu sistem atau instrumen menanyakan perilaku *respons* sistem saat transien

(untuk *input step*) dan perilaku sistem jika mendapatkan *input* yang berubah-ubah. Karakteristik dinamik sistem instrumentasi pengukuran dapat menyebabkan kesalahan pengukuran, yang terjadi saat transien atau jika yang diukur adalah sinyal yang berubah terhadap waktu (sinyal dinamis). Karena itu pada umumnya sistem proses dalam keadaan *start-up* mempunyai sistem *monitoring* dan pengontrolan yang terpisah dari saat sistem dalam keadaan operasi. Parameter yang terkait pada sistem dinamis adalah sebagai berikut (Yetty Handoko Putra, 2015)

- Waktu *settling* (*settling time*) : waktu yang diperlukan supaya harga respon sistem mencapai kesalahan 5% dari harga *steady state*.
- Waktu mati (*dead time*): waktu yang diperlukan sistem untuk memulai merespons diukur terhadap saat *input* yang diberikan.
- Konstanta waktu (*time constant*) : parameter pada sistem orde 1 yang tergantung pada parameter fisik sistem (pada sistem thermal).
- Waktu naik (*rise time*) : waktu yang diperlukan oleh sistem harga responnya dari 5% sampai 95% harga *steady*.

2.12 Teori Ketidakpastian

Ketidakpastian pengukuran merupakan tingkat seberapa besar ketidakpastian yang dihasilkan oleh suatu alat ukur. Dalam menghitung ketidakpastian pengukuran ada beberapa langkah yang harus dihitung, antara lain:

a. Koreksi

Koreksi dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

Koreksi = Pembacaan standard-Pembacaan alat

b. *Standard Deviasi*

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(Di - D')^2}}{n-1} \quad (2.12)$$

dimana :

Di = koreksi alat ukur

D $'$ = rata-rata koreksi

n = Banyak range pengukuran

c. Analisa Type A, (Ua)

Pada analisa tipe A ini hasilnya diperoleh dari data pengukuran. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Ua1 = \frac{\sigma_{maks}}{\sqrt{n}} \quad (2.13)$$

$$Ua2 = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} \quad (2.14)$$

d. Analisa Type B, (Ub)

Analisa tipe B ini diperoleh berdasarkan sertifikat kalibrasi atau spesifikasi dari alat ukur. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Ub1 = \frac{Resolusi/2}{\sqrt{3}} \quad (2.15)$$

Dimana :

SSR = *Sum Square Residual*

$$Ub2 = \frac{a}{k} \quad (2.16)$$

e. Ketidakpastian Kombinasi (UC)

Uc (Ketidakpastian kombinasi) dari ketidakpastian tipe A dan ketidakpastian tipe B. Adapun persamaan dari ketidakpastian kombinasi adalah:

$$UC = \sqrt{Ua1^2 + Ua2^2 + Ub1^2 + Ub2^2} \quad (2.17)$$

f. Derajat Kebebasan, v

Derajat kebebasan efektif dicari dengan dua cara, yaitu:

- Jika data diperoleh dari pengukuran berulang sebanyak n kali, maka derajat kebebasan adalah:

$$v = n-1 \quad (2.18)$$

Pada contoh di atas didapat 10 kali pengulangan pengukuran.

Maka :

$$v = 10 - 1 = 9$$

- Jika data merupakan hasil perkiraan atau estimasi dengan *reliability* (R), maka:

$$V = 1/2 (100 / R)^2 \quad (2.19)$$

Di mana R dalam satuan persen (%)

g. Derajat Kebebasan Efektif, V_{eff}

Nilai faktor cakupan (k) untuk perkalian ketidakpastian diperluas di atas didapat dari derajat kebebasan efektif, V_{eff} , dengan rumus:

$$V_{eff} = \frac{(C_i \cdot U_c)^4}{\sum_{v_i} (C_i \cdot U_i)^4}, \quad (2.20)$$

Di mana :

C_i = koefisien sensitivitas pada ketidakpastian ke-I

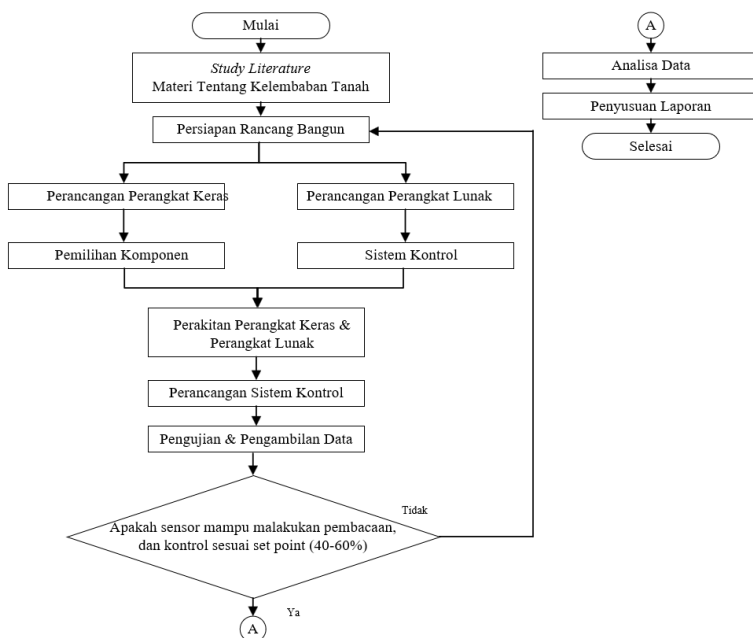
U_c = Ketidakpastian kombinasi/gabungan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir (*Flowchart*)

Langkah-langkah yang digunakan pada perancangan alat ini digambarkan dalam *flowchart* penelitian yang dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3.1 *flowchart* Penelitian

Berdasarkan gambar 3.1 mengenai diagram alir dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. ***Study Literature***

Mempelajari literatur dari penelitian – penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya atau jurnal-jurnal terkait mengenai kontrol kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis. Hasil studi literatur yang telah dilakukan, didapatkan bahwa kontrol kelembaban tanah memiliki peran

yang penting dalam keberlangsungan tumbuh kembang beberapa jenis tanaman, didapatkan nilai kelembaban tanah yang ideal untuk tanaman pertanian memiliki rentang nilai kelembaban sebesar 30% hingga 70%, maka diambil rentang tengah dari 30-70% dan didapatkan *set point* kelembaban pada 40%-60%. Bila kelembaban tanah kurang dari *set point* maka akan dilakukan *spraying*, bila kelembaban telah mencapai *set point* atau lebih dari *set point plant* akan berhenti melakukan *spraying*.

TABEL KELEMBABAN TANAH IDEAL UNTUK TANAMAN					
JENIS TANAMAN	Kelembaban tanah ideal	JENIS TANAMAN	Kelembaban tanah ideal	JENIS TANAMAN	Kelembaban tanah ideal
Cabe/Tomat	40%-60%	Kubis	40%-60%	Slada	30%-50%
Terong	40%-60%	Bunga Kol	40%-60%	Seledri	40%-60%
Jagung	30%-50%	Bawang2an	30%-50%	Pepaya	30%-50%
Melon	50%-70%	Kentang	30%-50%	Anggur	30%-50%
Semangka	50%-70%	Wortel	30%-50%	Strawberry	40%-60%
Mentimun	50%-70%	Kacang Tanah	30%-50%	Bunga Melati	30%-50%
Gambas/Labu2an	40%-60%	Kedelai/Kcng ljo	30%-50%	Pohon Buah2an	30%-50%

Gambar 3.2 Parameter Kelembaban Tanah Ideal
(Javamasagro, 2019)

b. **Persiapan Rancang Bangun**

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem kontrol kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanaman otomatis. Perancangan dilakukan dengan membuat perancangan perangkat keras dan lunak pada *plant*.

c. **Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak**

Pada bagian ini yaitu tahap merancang perangkat keras dengan cara melakukan pemilihan komponen yang akan digunakan. Sedangkan untuk perangkat lunak merancang penyusunan algoritma sistem agar dapat diaplikasikan pada tugas akhir ini.

d. **Perakitan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak**

Pada pembuatan alat ini dilakukan pembuatan perangkat keras dan lunak pada sistem kontrol kelembaban pada *plant* penyiram tanaman otomatis .Pemasangan komponen pada zonasi. Pencampuran ini berlangsung pada persimpangan pipa yang ditutup oleh *valve (solenoid valve)*.

plant dan simulasi alogaritma sistem kontrol kelembaban pada tanah.

e. **Perancangan Sistem Kontrol**

Pada perancangan sistem kontrol ini dilakukan perancangan sistem agar tingkat kelembaban pada *plant* penyiram tanah otomatis dapat dikendalikan sesuai dengan *setpoint*. Ketika kondisi tanah pada *plant* menunjukkan nilai kurang dari *set point* maka aktuator akan bekerja. Sistem kontrol ini bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam menjaga kadar kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis.

f. **Pengujian kelembaban dan Performa**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari masing – masing komponen dan kesesuaian perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Selain itu, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk visualisasi dari hasil pengukuran. Apabila hasil pengukuran tidak sesuai, maka dilakukan evaluasi terhadap persiapan rancang bangun, pemasangan perangkat keras dan perangkat lunak, dan perancangan sistem kontrol kelembaban pada *plant* penyiram tanaman otomatis .

g. **Pengambilan Data**

Tahap ini dilakukan pengambilan data tentang hasil dari pengukuran sensor kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanaman otomatis.

h. **Analisa Data**

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari masing – masing komponen sesuai dengan perancangan mekanik alat serta bentuk visualisasi dari hasil pengukuran, apabila

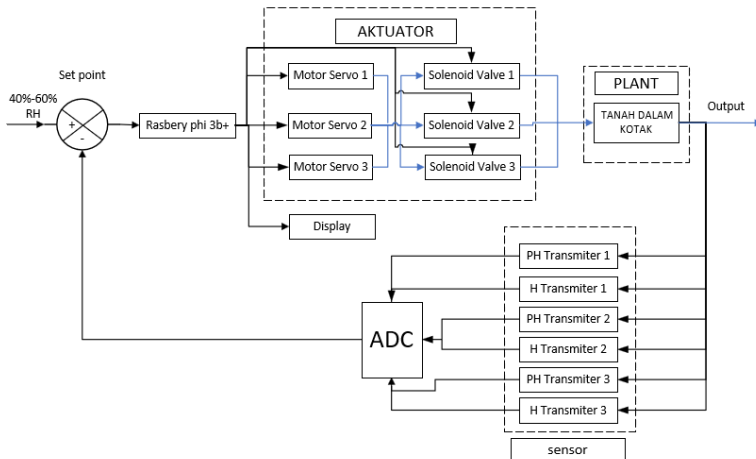
tidak sesuai maka akan dilakukan evaluasi terhadap perancangan sistem kontrol kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanaman otomatis.

Penyusunan Laporan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berguna sebagai referensi penelitian dan studi literatur. Pada laporan ini terdapat pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan serta kesimpulan dan saran. Laporan ini dibuat secara sistematis agar dapat dimengerti oleh pembaca.

3.2 Gambaran Umum Kontrol Kelembaban Tanah

Pada perancangan tugas akhir ini dilakukan sistem kontrol kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis, didalam *plant* terjadi proses perubahan kelembaban tanah ketika tingkat kelembaban pada tanah kurang dari set poin yaitu 40%-60% maka akan dilakukan proses penyiraman hingga *set point* tercapai.



Gambar 3.3 Block Diagram Plant Penyiram Tanah Otomatis

Pada gambar 3.2 *block diagram* tersebut menjelaskan mengenai alur pengendalian yang dilakukan oleh sensor. Mulai dari *input*, apabila sensor mendeteksi terjadinya *error* ketika kadar

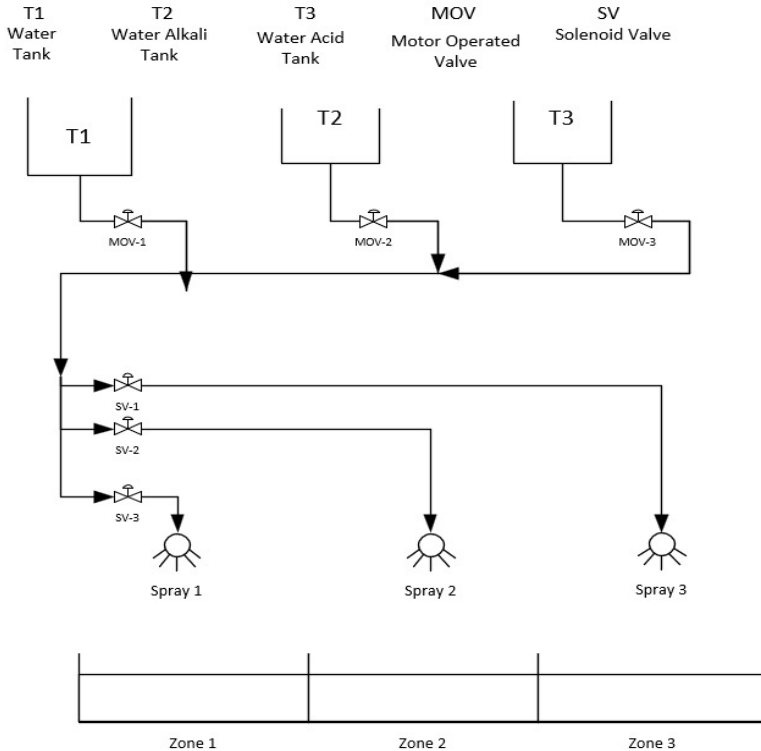
kelembaban tanah kurang dari *set point* 40%-60%, sinyal akan diproses oleh kontroler yang dapat menggerakkan aktuator yaitu motor servo. Aktuator ini akan mengatur aksi *on* apabila kadar kelembaban tanah kurang dari *set point*, sehingga motor servo akan memutar *valve* tangki air untuk meningkatkan kelembaban pada tanah, selain itu juga terjadi proses sensing pada pH tanah dimana bila kadar pH tanah tidak sesuai set poin yaitu 6,5-7 maka motor servo akan memutar *valve* pada tangki asam dan basa, ketika 2 kondisi ini terpenuhi akan terjadi proses pencampuran antara larutan pH dengan air, baru setelahnya solenoid terbuka dan air dengan pH seimbang dapat di *spray*-kan pada *plant*. Ketika *set point* kelembaban dan pH pada tanah sudah tercapai betul maka motor servo dan *solenoid valve* akan otomatis menutup. Pada *plant* ini terdapat tiga zonasi dimana proses yang telah dijelaskan di atas berlangsung secara parsial, sehingga yang pertama di sensing adalah kelembaban pada zonasi 1, ketika zonasi satu sudah menyelesaikan proses, baru berlanjut ke zonasi 2 dan begitu seterusnya hingga zonasi 3. Untuk zonasi 1 dan 3 digunakan potensiometer sebagai *dummy* untuk menghasilkan sinyal palsu sebagai pengatur parameter kelembaban dan pH agar *solenoid valve* dan motor servo dapat terbuka dengan *set point* yang memang sudah diatur, ini dilakukan untuk mengaktifkan zonasi 2 serta meminimalisir *error* yang terjadi karena faktor lingkungan, karena sinyal palsu pada zonasi 1 di fungsikan langsung untuk mencapai *set point* agar sistem merespon untuk mengaktifkan zonasi 2 dan mengurangi terjadi kesalahan pembacaan pada zonasi 2 karena pada zonasi 2 dilakukan proses sensing yang sebenarnya oleh sensor asli.

3.3 Perancangan Sistem Kontrol Kelembaban Tanah pada *Plant* Penyiram Tanah Otomatis

a. *Process Flow Diagram*

Merupakan gambar arah aliran fluida yang bekerja pada suatu sistem. Gambar ini lebih sederhana dibandingkan dengan *piping and instrumentation diagram*. Bisa dijelaskan bahwa *PFD* adalah gambar yang hanya menyebutkan sebuah aliran yang

bekerja pada suatu sistem. Dari gambar tersebut bisa diketahui seperti apa proses yang terjadi dalam sistem secara sederhana tanpa menunjukkan detail komponen yang digunakan. Berikut gambar *PFD* :

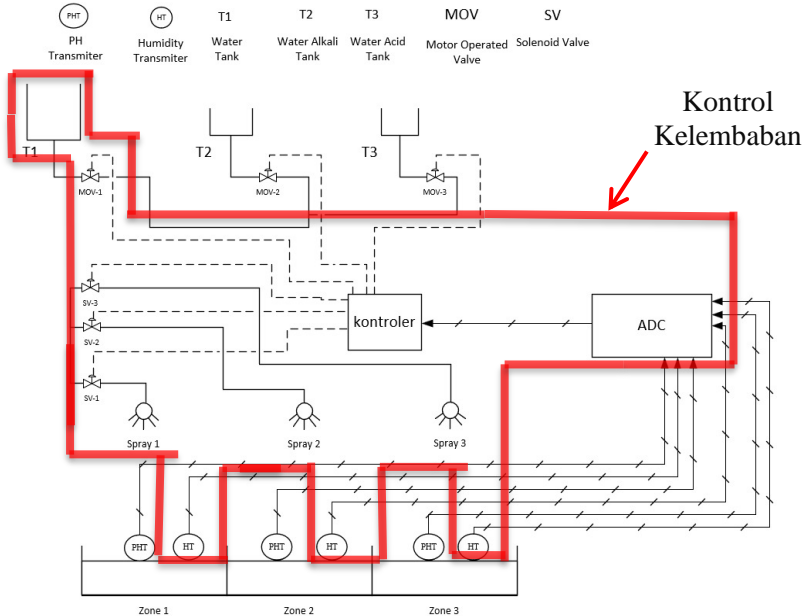


Gambar 3.4 *Process Flow Diagram* Plant Penyiraman Tanah Otomatis

pada gambar 3.3 terdapat tiga buah tangki dengan fungsi masing untuk menyimpan fluida air, asam, dan basa. fluida tersebut dialirkan menuju *spray* untuk dilakukan penyiraman pada zonasi, terdapat tiga buah *spray* pada masing-masing zonasi. Untuk fluida asam dan basa mengalami pencampuran sebelum masuk menuju zonasi. Pencampuran ini berlangsung pada persimpangan pipa yang ditutup oleh *valve* (*solenoid valve*).

b. *Piping and Instrumentation Diagram*

Piping and instrumentation diagram merupakan sebuah diagram yang didalamnya menunjukkan proses alir suatu sistem yang dilengkapi dengan komponen dan *instrumen* yang bekerja di dalamnya, Serta masukan sinyal-sinyal dari sensor menuju kontroler.



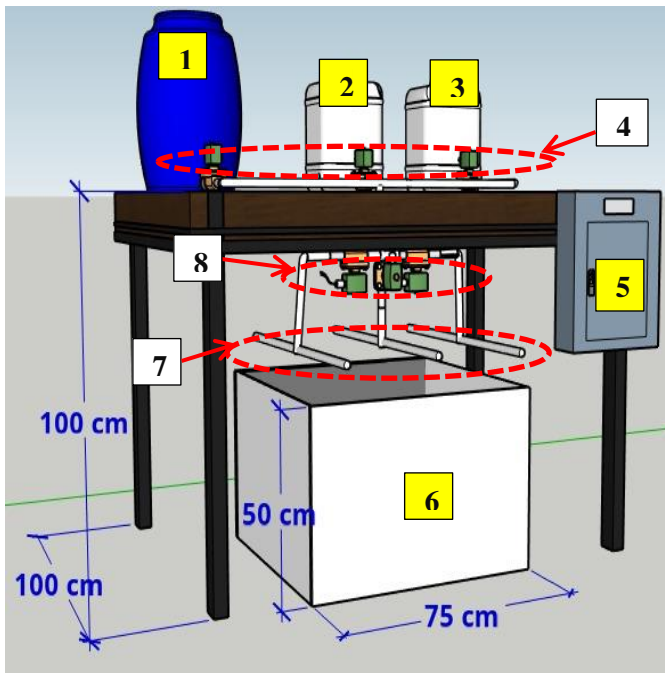
Gambar 3.5 *Piping and Instrumentation Diagram Plant*
Penyiram Tanah Otomatis

Pada gambar 3.4 *P&ID plant* penyiram tanah otomatis yang dirancang memiliki 3 buah tangki, masing-masing adalah tangki untuk menampung air, larutan asam, basa serta ada sensor *soil moisture* dan pH guna mengetahui tingkat pH dan kelembaban dari tanah. Terdapat juga motor servo untuk membuka tangki air, dan tangki larutan asam & basa. Terdapat mikrokontroler dan *ADC* guna proses kontroling, serta motor servo, *solenoid valve*, dan *spray* sebagai aktuatur.

3.4 Perancangan *Hardware* Pengendalian Kelembaban Tanah pada *Plant* Penyiram Tanah Otomatis

a. Desain *Plant*

Desain *plant* pada pengendalian kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis dirancang sedemikian rupa. Pada desain yang terdiri dari meja sebagai peletak komponen, pipa-pipa, drum, *spray*, peletakan sensor serta *panel*, dan *box* tanah sebagai *plant*. Berikut ini merupakan desain total *plant* pengendalian kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis yang dirancang sebelum merealisasikan *plant* secara *real*.



Gambar 3.6 Desain *Plant* Pengendalian Kelembaban Tanah pada *Plant* Penyiram Tanah Otomatis

Keterangan :

1. Tangki Air dengan Kapasitas 150 liter
2. Tangki Asam dengan kapasitas 50 liter
3. Tangki Basa dengan kapasitas 50 liter
4. *MOV* (3 Motor Servo)
5. *Panel Box*
6. *Plant Box*
7. *Spray* (3)
8. *Solenoid Valve* (3)

b. Pemilihan Komponen

Pemilihan komponen ini yaitu tahap memilih apa saja yang akan digunakan dan dipasang pada *plant*, mulai dari tipe sensor, jenis aktuator dan sistem kontrol yang digunakan antara lain sebagai berikut :

- **Sensor *Soil Moisture***

Sensor *capasitive soil moisture analog* ini merupakan salah satu alat untuk mendeteksi kelembaban tanah dengan prinsip kapasitansi, yang menyebabkan medan listrik. Medan listrik inilah yang nantinya akan terjadi perubahan dielektrik melalui medium, selain itu pemilihan sensor *soil moisture V1.0 DF Robot* ini adalah dikarenakan sensor tipe ini memiliki *build material* yang sudah anti korosi. Karena sistem pada *plant* juga menggunakan larutan asam dan basa maka digunakanlah sensor ini.

Tabel 3.1 Perbandingan Sensor Kelembaban Tanah

Nama Sensor	Jenis	Anti Korosi	Ketersediaan Pasar Negeri	<i>Integrasi Raspberry</i>
<i>Soil Moisture DF Robot V1.0</i>	Kapasitif	Ya	Ada	Ya
<i>Soil Moisture FC-28</i>	Resistif	Tidak	Ada	Ya

Soil Moisture YL-69	Resistif	Tidak	Ada	Ya
Soil Moisture SM2801	Resistif	Tidak	Tidak ada	Ya

- **Motor Servo**

Pada *plant* ini menggunakan motor servo sebagai aktuator. Motor servo merupakan jenis motor kontrol yang dikendalikan dengan pulsa digital, berprinsip dengan cara merubah pulsa elektronik menjadi gerakan, dimana sudut dari sumbu motor servo diatur dengan lebar pulsa

- **Raspberry Pi**

Raspberry pi merupakan komputer dalam satu *singleboard*. *Raspberry pi* ini digunakan sebagai kontroler pada *plant* tugas akhir ini. *Operating System* (OS) pada *Raspberry pi* yaitu *Linux*. *Raspberry pi* memiliki beberapa seri seperti *raspberry pi* 1, 2, 3, model A, model A+, model B, model B+. Seri yang akan digunakan dalam penelitian kali ini adalah *Raspberrry pi 3* model B+ yang merupakan seri terbaru.

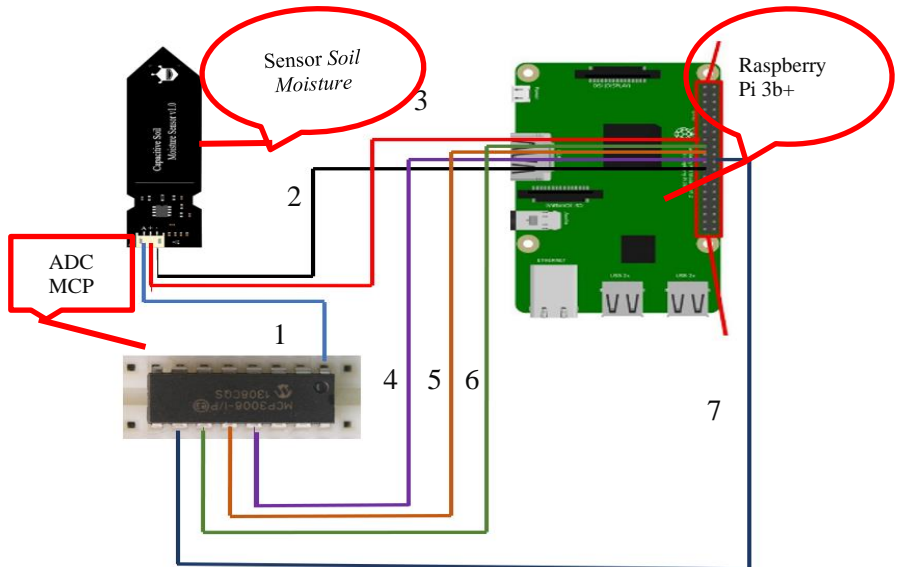
- **ADC**

Raspberry pi merupakan *mini PC* yang tidak bisa membaca keluaran *analog*. Sensor yang digunakan pada *plant* ini adalah sensor berjenis *analog* sehingga perlu ditambahkan komponen guna konversi *output dari sensor* menuju *raspberry pi*, maka digunakanlah *ADC*. pada *plant* ini digunakan *ADC* jenis MCP 3008.

c. Perancangan Pengkabelan Pada *Plant*

Pada perancangan pengkabelan ini terdiri dari *raspberry pi 3 b+*, *ADC external MCP 3008*, motor *servo, solenoid valve*,




relay 4 channel, *sensor soil moisture*, *sensor pH*, *Sensor soil moisture* terdiri dari 3 pin *VCC*, *GND*, *Analog output*, Pin *VCC* dan *GND* pada *sensor soil moisture* ini langsung terhubung pada port 3,3v pada port 17 dan *GND* pada port 20 *raspberry Pi 3 B+*. Pin *Analog output* terhubung dengan *channel 0-2* pada *ADC*. Untuk *VCC* dan *GND* pada *sensor pH* juga sama karena dilakukan penserian, namun pada output analog menggunakan *channel 3-5* dari pin *ADC*. Selanjutnya pada *ADC* menuju ke *Raspberry Pi 3 B+* dengan konfigurasi pin *dout*, *din* masuk menuju *port miso*, *moshi*, pin *CLK*, *CS/SHDN* pada *ADC*, masing-masing pada *GPIO 11*, dan *GPIO 8* pada *raspberry*.



Gambar 3.7 *Wiring Sensor Soil Moisture*

Keterangan :

1. — : Analog Output to ADC PIN 0-2
2. — : Ground to Ground
3. — : VCC to 3.3 VDC
4. — : CLK ADC to GPIO 11

5.  : dout to Miso
6.  : CS ADC to GPIO 8
7.  : din to Miso

3.5. Pembuatan Alat

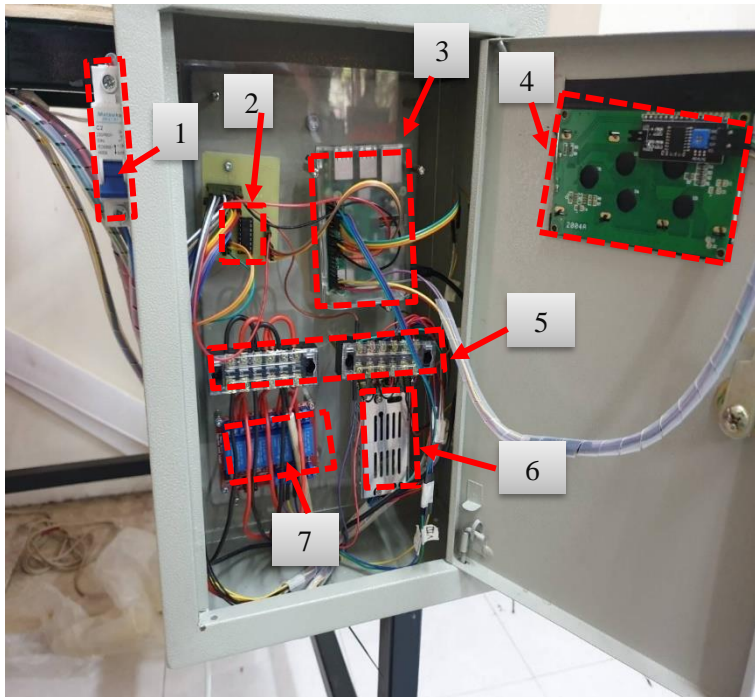
Pada tahap pembuatan alat ini akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu pembuatan *hardware* alat dan pembuatan *software* alat. Untuk pembuatan *hardware* terdiri dari pembuatan elektrik dan mekanik pada *plant* pengkondisian kolam lobster.

a. Pembuatan *Hardware* Alat

Pembuatan *hardware* yang pertama kali dilakukan adalah membuat meja dengan rangka besi dan bagian atas meja terbuat dari bahan triplek. Tiga buah tangki dengan *volume* berbeda, tangki air dengan *volume* 150 liter, dan untuk asam, basa dengan *volume* 50 liter. Tangki di atas meja diisi dengan air biasa, dan untuk tangki lainnya diisi dengan larutan asam dan basa. Pada *plant* diletakkan sensor *soil moisture* dan pH yang *wiring*-nya terhubung dengan panel *box*. Selain kedua sensor juga terdapat motor servo dan *soleoid valve* juga yang *wiring*-nya terhubung dengan panel *box*.

b. Perancangan *Wiring* Pada Panel

Berikut ini adalah realisasi pemasangan *wiring* sensor *soil moisture*, sensor pH dan aktuator serta *wiring* total pada *plant* penyiram tanah otomatis dimana komponen-komponen seperti mikrokontroler dan ADC sudah di letakkan didalam panel *box*. Untuk memberikan tanda pada setiap kabel, dilakukan pelabelan pada kabel agar mudah dalam pengecekan bila terjadi kerusakan atau *error* yang diakibatkan konsleting dari kabel ataupun komponen pada panel *box*



Gambar 3.8 Wiring Total pada Panel

Dilakukan perancangan panel dengan menggunakan beberapa komponen, sebagai berikut :

1. *MCB*
2. *ADC MCP 3008*
3. *Raspberry Pi 3 b+.*
4. *LCD display 20x4*
5. Terminal 12 slot.
6. *VCC 5V*
7. *Relay 4 chanel*

Didalam panel terdapat *MCB* yang dihubungkan dengan sumber AC 220 volt, bagian Fasa dihubungkan langsung ke *MCB*, bagian netral dihubungkan ke terminal AC. Kemudian,

output dari MCB dihubungkan ke terminal AC. Pada terminal AC dilakukan percabangan kepada *stop* kontak berisi tiga *channel* yang terletak di belakang panel *box* untuk adaptor sebagai sumber untuk *raspberry pi*, *VCC 5V*, dan terminal AC 12 slot.

Pada bagian *raspberry Pi 3 b+*, mendapat daya dari kabel *USB* yang terhubung dengan adaptor, adaptor terhubung dengan stop kontak tiga *channel*. Kemudian, *raspberry pi 3 b+* terhubung dengan *ADC MCP 3008* yang juga terhubung dengan sensor *soil moisture* dan sensor *pH*. *ADC MCP 3008* dan dua sensor yang digunakan dalam *plant* ini mendapatkan sumber dari *raspberry pi* sebesar 3.3v, *raspberry pi 3 b+* juga terhubung dengan motor servo sebagai aktuator guna memberi pulsa agar servo dapat berputar untuk membuka *valve* untuk mengalirkan air dan larutan *pH*. Fungsi dari *relay 4 channel* adalah untuk membuat kondisi *on/off* pada *solenoid valve* yang berada pada bagian *spray* setelah proses pencampuran air dengan *pH* selesai, *relay 4 channel* akan mendapat perintah dari *raspberry*.

c. **Peletakkan Sensor Pada Plant**

Peletakan sensor *soil moisture analog* pada *plant* penyiram tanah otomatis ini diletakkan pada *box* tanah yang telah dibagi zonasinya menjadi 3, sensor diletakkan menancap pada tanah dengan kedalaman kurang lebih 6,5 cm pada *box* tanah dengan luas ukuran 75x75 cm dan tinggi 50 cm. Untuk *wiring* sensor dari *raspberry* maupun dari *ADC* dibuat seaman mungkin agar tidak terkena cipratan air dari *spray*, maka untuk *wiring* di buat

mengantung dan dilindungi dengan melilit kabel menggunakan selotip kertas untuk mencegah terjadinya konsleting.



Gambar 3.9 Pemasangan Sensor *Soil Moisture* pada *Plant*

Pada sensor *soil moisture* memiliki *plate* yang terlapi material untuk melakukan *sensing* terhadap medium dielektrik (tanah). Sensor ini memiliki spesifikasi panjang 9,5 cm dengan bagian efektif sensing sekitar 6,5 cm, dikarenakan bila melebihi garis aman pada sensor dapat menyebabkan kerusakan pada sensor, pada bagian atas garis aman terdapat rangkaian *rectifier* guna mengurangi *noise* maka dilakukan langkah pengamanan dengan cara menyegel bagian *rectifier* dengan plastik, lalu pada bagian *wiring* disegel menggunakan selotip kertas atau juga bisa disegel menggunakan lakban, dan ditutup dengan potongan botol

air mineral guna perlindungan lebih pada bagian *IC* sensor agar tidak terjadi kerusakan karena siraman air dari *spray*.

d. Pembuatan *Software*

Pada pembuatan *software* yang pertama kali dilakukan adalah menginstall OS pada *raspberry pi* yaitu Raspbian. Selanjutnya adalah membuat program pada *raspberry* menggunakan bahasa python guna melakukan pembacaan sensor dan untuk mengatur bukaan pada *motor servo* serta penampilan display.

Data yang dikeluarkan oleh sensor diproses dengan persamaan berikut :

$$ADC = V_{out} \times \frac{1023}{V_{in}} \quad (3.1)$$

Persamaan diatas menjelaskan :

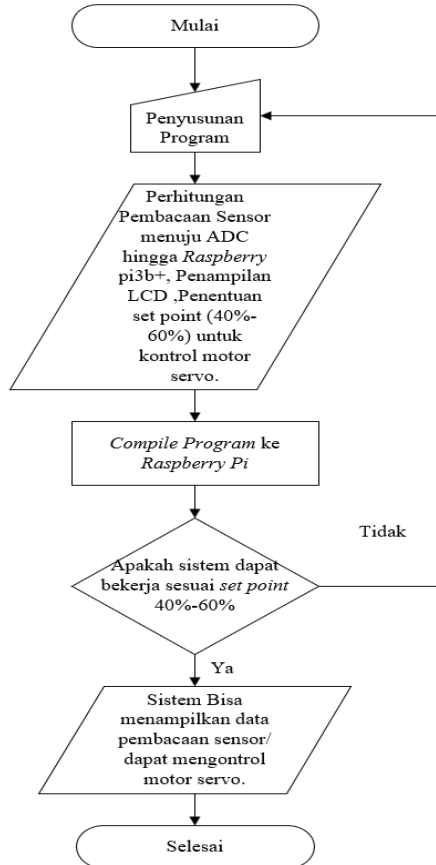
V_{out} : Tegangan keluaran

V_{in} : Tegangan masukan berupa 3.3 VDC

ADC : Nilai ADC yang dikeluarkan oleh sensor

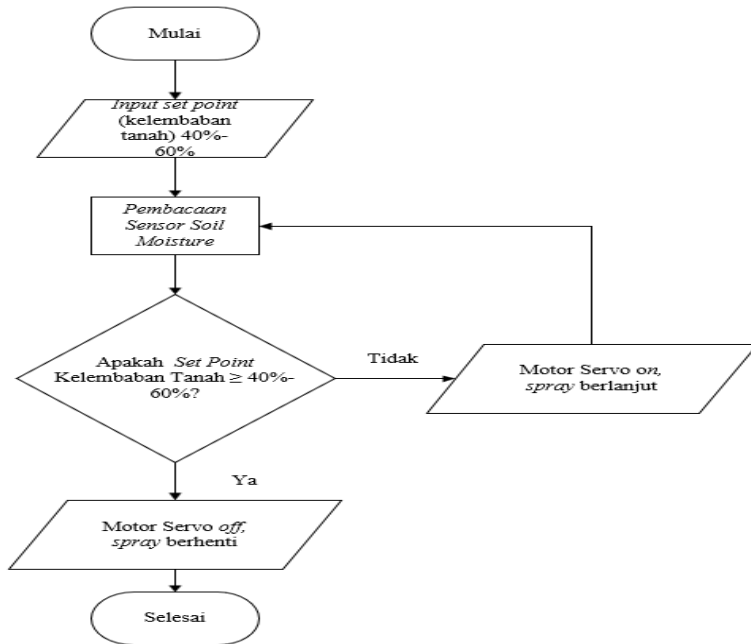
1. Alur Pemrograman

Dilakukan pemrograman dengan cara pengodingan sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Pada pengodingan sensor *soil moisture* dibuat kondisi dimana data dari sensor dapat diolah di ADC untuk di baca *raspberry*, lalu menampilkan data ke *LCD*, dan penentuan *set point* untuk mengendalikan aktuator. aktuator akan masuk dalam kondisi *on* apabila nilai kurang dari *set point* yaitu 40%-60% kemudian mulai memutar *valve* untuk melakukan penyiraman, dan akan masuk dalam kondisi *off* bila *set point* tercapai atau lebih dari 40%-60% untuk memutar *valve* agar penyiraman air berhenti. Sebagian alur program dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.10 *Flowchart* Program Pengendalian Kelembaban Tanah

Setelah selesai menyusun program kemudian mencoba untuk dijalankan programnya. Program yang telah dibuat di-*compile* dan dapat di nyalakan dengan aplikasi *putty* pada *desktop*. Dari gambar 3.9, dibuat *flowchart* eksekusi dari sistem setelah perancangan program yang menjelaskan bagaimana sistem bekerja pada *hardware*. *Flowchart* dapat dilihat pada gambar 3.10



Gambar 3.11 Flowchart Kerja Sistem Pengendalian Kelembaban Tanah

Hasil pemrograman yang telah dijalankan pembacaan kelembaban tanah dari sensor *soil moisture* ditampilkan pada *lcd* 4x20 sebagai *display* yang terdapat pada *panel box*. Pada *plant* penyiram tanah otomatis ini digunakan *setpoint* 40%-60% dengan motor servo sebagai aktuator guna membuka *valve* agar air pada drum dapat mengalir dan di *spray* pada *plant*.

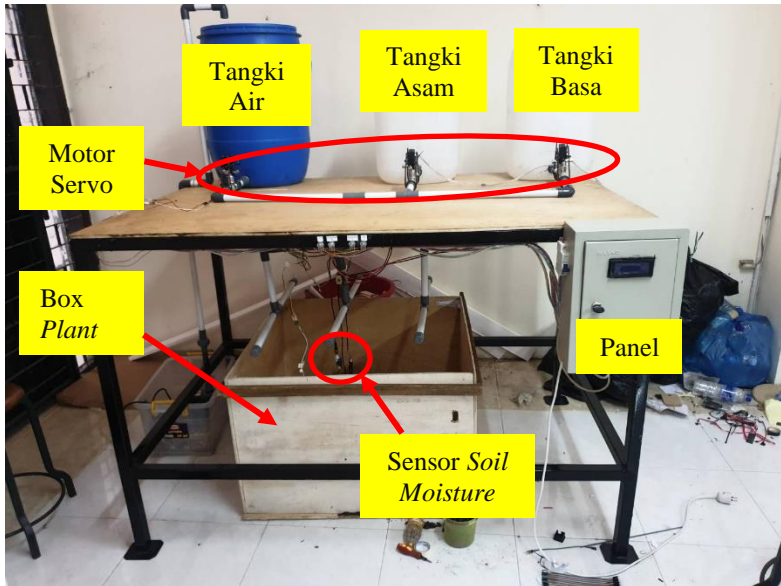
e. Pengujian Alat dan Analisis

Pada tahap pengujian sensor *soil moisture* ini dilakukan beberapa percobaan menggunakan 5 *sample* tanah yang berbed-beda tingkat kelembabannya. Perbedaan kelembaban ini digunakan untuk membandingkan nilai baca dari sensor untuk mengetahui nilai range, span, histerisis, akurasi serta kesalahan yang ada pada alat tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Alat

Pada bab ini dijelaskan data yang telah di ambil dari hasil penelitian rancang bangun sistem kontrol kelembaban tanah pada *plant* pengatur kelembaban dan pH tanah otomatis. Analisa data yang akan dilakukan perhitungan tentang kelembaban tanah *plant* penyiram tanah otomatis dan hasil uji pengujian sensor *soil moisture*



Gambar 4.1 Hasil Pembuatan *Plant* Pengendalian Kelembaban Tanah dan pH Otomatis

Pada gambar 4.1 diatas merupakan realisasi dari perancangan *plant* pengatur kelembaban tanah dan pH otomatis. Pada *plant* ini terdapat tangki air, asam, dan basa, serta ada *box plant* yang terbuat dari triplek untuk peletakan sensor *soil moisture* dan pH. pada *plant* ini menggunakan sensor *capasitive soil moisture v.10*. Hasil pemrograman yang dibuat dapat dijalankan melalui aplikasi *putty*

lewat *desktop*. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.2.

```

Nilai PH = 844.91
Nilai PH = 476.73
0
Nilai Kelembaban 1 = 1024.00
Nilai Kelembaban 2 = 1024.00
Nilai Kelembaban 3 = 723.85
Nilai PH = 591.79
Nilai PH = 839.91
Nilai PH = 467.73
0
Nilai Kelembaban 1 = 1024.00
Nilai Kelembaban 2 = 1024.00
Nilai Kelembaban 3 = 743.86
Nilai PH = 593.79
Nilai PH = 847.91
Nilai PH = 473.73
0
Nilai Kelembaban 1 = 1024.00
Nilai Kelembaban 2 = 1024.00
Nilai Kelembaban 3 = 734.86
Nilai PH = 591.79
Nilai PH = 864.92
Nilai PH = 472.73
^Cpi@raspberrypi:~/fix $
-w timeout      Timeout in milliseconds to wait for each reply.

```

Gambar 4.2 Tampilan Nilai ADC Kelembaban Tanah pada *Desktop*.

Pada gambar 4.2 menunjukan hasil pembacaan sensor kelembaban dan pH yang di tampilkan pada *desktop*. Hasil pemrograman juga di tampilkan pada *LCD 4X20* sebagai *display* yang terdapat pada panel *box*.



Gambar 4.3 Tampilan Nilai Kelembaban Tanah pada *LCD*

Data yang muncul pada gambar 4.2 maupun 4.3 diolah agar didapatkan nilai yang sesuai dengan karakteristik maupun rumus yang telah di tentukan.

4.2 Data Pengujian Sensor

Berdasarkan hasil data yang ingin dicapai, berikut mekanisme dalam pengambilan data yang akan dilakukan pengujian sensor kapasitif *soil moisture* dibandingkan dengan menggunakan alat ukur standar yaitu *three-way meter*



Gambar 4.4 *three-way meter*

Pada gambar 4.2 merupakan alat ukur standar yang dapat digunakan untuk mengukur beberapa variabel berbeda yaitu, kelembaban, pH, dan intensitas cahaya. Namun pada pengerjaan tugas akhir ini *three-way meter* digunakan untuk melakukan pengukuran kelembaban tanah dan pH. Untuk pengujian digunakan 5 sampel tanah dengan tingkat kelembaban yang berbeda. Berikut adalah data yang diperoleh :

Tabel 4.1 Hasil Pembacaan Sensor Pada Sampel 1

No	Pembacaan <i>ADC</i>	Pembacaan <i>LCD</i> %	Pembacaan Kalibrator %	Koreksi
1	928.95	14,8	15	0,0133
2	928.95	15,2	15	0,0133
3	929.95	15,3	15	0,02
4	928.95	15,2	15	0,0133
5	935.96	14,2	15	0,0533
6	924.95	16,6	15	0,1067
7	931.96	14,2	15	0,0533
8	927.95	14,8	15	0,0133
9	929.95	15,3	15	0,02
10	929,95	15,3	15	0,02
rata- rata	929,95	15,09		0,0327

Data pada tabel 4.1 didapatkan dengan cara membandingkan antara sensor kapasitif *soil moisture* dengan kalibrator menggunakan lima sampel berbeda. Perbandingan dilakukan dengan cara memasukkan sensor kedalam wadah berisi sampel tanah dengan tingkat kelembaban yang berbeda yaitu dengan tingkat kelembaban tanah terukur oleh *Three way meter* sebesar 15%, 25%, 45%, 75%, 85%. untuk sampel 2-5 pada **LAMPIRAN A**.

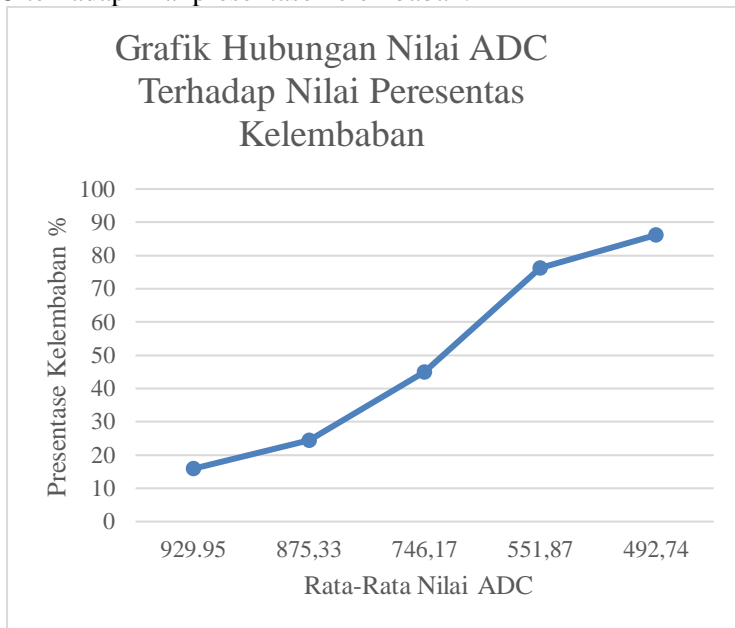
Dari hasil sensing tiap sampel diambil rata-rata pembacaan pada *ADC*, dan pembacaan pada lcd berupa persentase lalu didapatkan tabel 4.2

Tabel 4.2 Rata-rata Pembacaan *ADC* dan *LCD*

	Rata-rata nilai <i>ADC</i>	Presentasi kelembaban
1	929.95	15,9

2	875,33	24,48
3	746,17	45
4	551,87	76,19
5	492,74	86,17

Dari tabel 4.2 bisa dibuat grafik linier hubungan antara nilai *ADC* terhadap nilai presentase kelembaban.



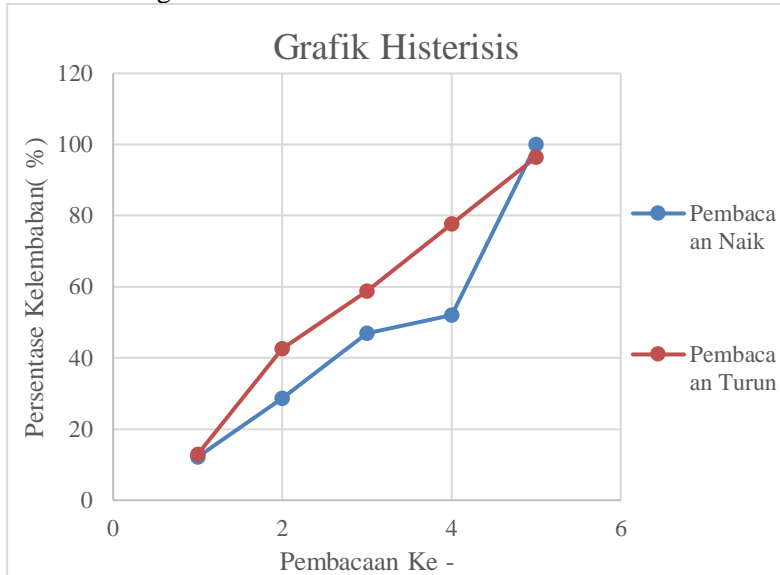
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Nilai *ADC* Terhadap Nilai Persentase Kelembaban

Dari gambar 4.5 bisa diketahui semakin tinggi nilai *ADC* yang muncul, menunjukkan semakin rendah nilai kelembabannya. Selanjutnya dilakukan pembacaan sensor pada 5 sampel berbeda yang memiliki nilai kelembaban yang divariasikan dengan mengatur banyak air yang diberikan ke pada tanah (0 ml, 15 ml, 30 ml, 45 ml, 60 ml) didapatkan tabel pembacaan naik dan turun sebagai berikut :

Tabel 4.3 Pembacaan Tingkat Kelembaban Naik dan Turun

No	Rata-rata Pembacaan Naik (%)	Rata-rata Pembacaan Turun (%)	O max	O min	\hat{H} (%)
1	12,16	96,47	100	12,16	-0,00865
2	28,7	77,66			-0,15745
3	47	58,78			-0,13411
4	52,1	42,53			-0,29098
5	100	12,92			4,01867

Dari tabel 4.3 diatas dapat dibuat grafik histerisis pengukuran naik dan turun tingkat kelembaban tanah.



Gambar 4.6 Grafik Histerisis Sensor Kapasitif *Soil Moisture* Maka didapatkan nilai histerisis dengan persamaan (2.11)

$$\text{Dimana } H = \left[\frac{\hat{H}}{O_{max} - O_{min}} \right] \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 H &= \left[\frac{4,01867}{100 - 12,61} \right] \times 100\% \\
 &= 0,04575 \%
 \end{aligned}$$

4.3 Kalibrasi Sensor

Pada kalibrasi sensor adapun beberapa perhitungan menggunakan karakteristik statis. Karakteristik statis merupakan suatu karakteristik yang perlu diperhatikan ketika alat tersebut digunakan untuk mengukur suatu kondisi. Berikut merupakan data rata-rata pengujian sensor pada 5 kondisi kelembaban tanah

Tabel 4.4 Hasil Rata-rata Pengujian Sensor Kapasitif *Soil Moisture*

Sampel	Pembacaan Kalibrator %	Pembacaan LCD % (xi)	Koreksi (yi)
1	15	15,09	0,09
2	25	24,48	0,52
3	45	45,01	0,01
4	75	76,19	1,19
5	85	86,17	1,17
jumlah		246,94	2,98
Rata rata		49,388	0,596

Dari tabel 4.4 di atas didapatkan perhitungan sebagai berikut :

Perhitungan :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(Di - D')^2}}{n-1} = 0,382099463$$

- Ketidakpastian tipe A (U_a)

$$U_{a1} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,382099463}{\sqrt{10}} = 0,170880075$$

- $b = \frac{n \sum(sx_i) - \sum s \sum x_i}{n \sum s^2 - (\sum s)^2}$
 $b = \frac{(10)(206,0228) - (2,98246,94).(246,94.)}{(10)(16083,0636) - (60.979,3636)}$

$$b = 0,013263194$$

$$a = \bar{x}_i - (b)(\bar{s})$$

$$a = 2,98 - (0,013263194)(49,3888)$$

$$a = -0,05904263$$

- Akurasi = $1 - \left[\frac{\bar{u} - \bar{s}}{\bar{s}} \right]$
 $= 1 - \left[\frac{15,09 - 15}{15} \right]$
 $= 0,994$
- Akurasi (%) = $0,994 \times 100\%$
 $= 99,4\%$
- *Error* = $1 - \text{Akurasi}$
 $= 1 - 99,4$
 $= 0,06 \%$

Sehingga didapat nilai karakteristik statik dari sensor *turbidity* diperoleh sebagai berikut :

Range	:	15%-85%
Span	:	60%
Resolusi	:	1
Sensitivitas	:	0,994
Akurasi %	:	99,4%

Tabel Perhitungan terdapat pada **Lampiran A**

Uji Respon Sistem

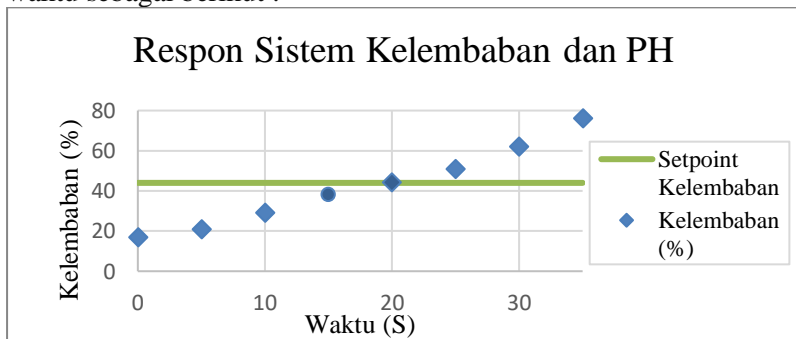
Untuk mengetahui respon sistem pada *plant* dilakukan pengujian dengan *running* pada *plant* untuk mencari tahu berapa lama waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai

set point dan apakah sistem dapat berjalan sesuai dengan kondisi yang diharapkan.

Tabel 4.5 Data Respon Sistem Buka Motor Servo

Waktu (Detik)	Motor Servo	Sensor Kapasitif Soil Moisture %
0	ON	7
5	ON	21
10	ON	29
15	ON	38
20	OFF	44
25	OFF	51
30	OFF	62
35	OFF	76

Dari Tabel 4.4 data respon sistem pembacaan sensor terhadap bukaan motor *valve* didapatkan grafik respon sistem terhadap waktu sebagai berikut :



Gambar 4.7 Grafik Respon Sistem Kelembaban Tanah

Dari hasil uji respon sistem pada sistem pengendalian kelembaban tanah dengan nilai *set point* 40%-60%. Pada proses penyiraman kondisi kelembaban awal pada tanah, sensor mensensing kelembaban sebesar 17%, pada kondisi ini motor servo akan (*on*) dan mengalirkan air dari tangki air untuk proses penyiraman dikarenakan tingkat kelembaban tanah tidak sesuai

dengan *set point* atau masih kurang dari *set point*. Ketika kondisi kelembaban tanah sudah mencapai *set point* maka motor servo akan (*off*). Berdasarkan tabel 4.4 didapatkan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mencapai *set point* adalah selama +20 detik, karena pada detik ke-20 sensor sudah mulai mensensing nilai kelembaban sebesar 44%, otomatis *spray* air berhenti.

4.4 Pembahasan

Pada tugas akhir ini tentang sistem pengendalian kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah otomatis berbasis *raspberry pi 3b+*. sistem pada *plant* ini bekerja secara parsial, dimana pada *plant* dilakukan pembagian tiga zonasi, proses pada tiap zonasi berjalan urut dari zonasi satu, menuju ke dua dan dari zonasi dua menuju zonasi ketiga, dimana proses tiap zonasi dinyatakan selesai bila *raspberry* sudah mendapatkan inputan *set point* kelembaban tanah sebesar 40%-60% dari sensor, namun pada *plant* ini hanya menggunakan satu buah sensor kapasitif *soil moisture* untuk mendeteksi kelembaban tanah yang terdapat pada zonasi dua, untuk zonasi satu dan tiga menggunakan *dumy* berupa *potensio* untuk memberikan *input* kepada *raspberry* sebagai ganti sensor asli. Penggunaan satu sensor ini guna mengurangi biaya serta mencegah teradinya gangguan pembacaan pada sensor, karena proses *spray* yang terjadi pada perancangan sistem yang bekerja secara parsial ini memungkinkan air pada zonasi satu dapat mengalir menuju zonasi dua, sehingga setelah zonasi satu selesai melakukan proses penyiraman, ada kemungkinan besar zonasi dua akan memiliki tingkat kelembaban yang lebih tinggi dari zonasi satu karena proses *spray* pada zonasi satu atau bahkan lebih karena air memerlukan waktu untuk meresap kedalam pori-pori tanah sehingga tujuan awal untuk mengatur *set point* kelembaban tanah pada 40%-60% tidak berhasil.

Pengendalian kelembaban tanah pada *plant* ini menggunakan sensor kapasitif *soil moisture* dfrobot v1.0. Sensor *soil moisture* digunakan untuk mendeteksi kelembaban tanah pada *plant* penyiram tanah. Pernah dilakukan penelitian menggunakan sensor dengan jenis yang berbeda antara lain sensor *soil moisture* FC-28,

YL-69 dan SM2801 yang ketiganya merupakan sensor berjenis resistif yang mengukur tingkat kelembaban tanah melalui resistansi tanah. Berbeda dengan jenis kapasitif yang mengukur kelembaban tanah dengan cara pembacaan dielektrik melalui medium tanah. Ada beberapa pertimbangan pemilihan sensor kapasitif *soil moisture* dfrobot v1.0 pada perancangan *plant* ini, yang pertama adalah karena memiliki pembacaan yang lebih baik dan masa pakai lebih lama. Dibandingkan dengan ketiga sensor yang digunakan pada penelitian yang sebelumnya terjadi faktor korosi yang disebabkan elektrolisis yang akan menjadi masalah ketika sensor terkena air, selain itu pada perancangan *plant* ini juga menggunakan pengaturan pH yang mana larutan pH dapat mempercepat proses korosi dari plat sensor, sedangkan sensor *soil moisture* dfrobot v1.0 memiliki *build material* yang tahan korosi karena plat sudah terindungi dengan lapisan plastik sehingga tidak memungkinkan untuk air maupun larutan pH dapat masuk dan menyebabkan korosi. Pertimbangan lainnya adalah biaya yang digunakan, dari segi harga sensor kapasitif *soil moisture* dfrobot cukup terjangkau, walau harga sensor FC-28, YL-69 lebih murah namun melihat dari faktor yang dijelaskan sebelumnya pemilihan dfrobot v1.0 masih lebih baik, sedangkan untuk SM2801 dari segi harga lebih mahal dibandingkan dengan sensor yang lain serta ketersediaanya pada pasar negeri yang tidak ada sehingga memang harus impor dari luar negeri yang mana menambah biaya. Untuk keakuratan alat pada penelitian-penelitian sebelumnya ketiga sensor tersebut memiliki tingkat akurasi yang baik untuk pengukuran pada kelembaban tanah, namun kembali lagi dari faktor masa pakai dari sensor tersebut dan perancangan pada *plant* kali ini yang menggunakan larutan pH.

Untuk penerapan *plant* ini pada dunia pertanian yang sesungguhnya, pengkabelan dari sensor dapat diletakkan didalam tanah agar tidak terjadi kerusakan pada bagian kabel bila terkena air dari proses penyiraman, untuk peletakan sensor dilakukan dengan penancapan sensor ke tanah dengan kedalaman kurang lebih 6,5 cm serta dilakukan pada beberapa titik lahan karena mustahil dengan hanya menggunakan satu sensor dapat mewakili

keseluruh lingkup lahan, sehingga perlu adanya penambahan sensor agar seluruh lahan pertanian dapat dimonitoring dengan baik tingkat kelembabannya.

Dari hasil perancangan *plant* apabila pembacaan sensor kelembaban tanah kurang dari *set point* maka akan terjadi penyiraman pada tanah untuk menjaga kelembaban tanah secara otomatis. Dari hasil perhitungan sensor *soil moisture* ini memiliki nilai *error* $\pm 0.06\%$. Pada pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui karakteristik statik nilai *error* pada sistem dan mengetahui nilai ketidak pastian. Melalui perhitungan didapatkan histerisis = 0,04575 %, *range* 15%-85%, nilai akurasi sebesar 99,4% dan nilai ketidak pastian tipe A (ua) dimana $Ua1$ sebesar 0,170880075, $b = 0,013263194$, $a = -0,05904263$.

Pada uji respon sistem, didapatkan grafik respon sistem dengan waktu total yang dibutuhkan untuk mencapai *set point* (40%-60%) ± 20 detik dengan persentase kelembaban yang terbaca pada detik ke 20 sebesar 44%, dan motor servo dalam kondisi *off* setelahnya. Pada percobaan kali ini sistem dapat dikatakan berjalan namun masih terdapat beberapa *error* dimana terdapat jeda saat pengiriman perintah *off* pada motor servo namun saat proses bukaan awal proses bukaan *solenoid valve* dan motor servo dapat terintegrasi sesuai dengan parameter yang terbaca pada sensor kelembaban. Selain itu pada uji respon sistem ini didapatkan data kelembaban tanah yang melebihi *set point* 60%, dikarenakan pembacaan sensor pH pada *plant* belum mencapai *set point* sehingga *spray* pH masih terus berlanjut sehingga sensor *soil moisture* masih melakukan pembacaan namun bukaan pada motor servo untuk tangki air sudah tertutup. Untuk menurunkan nilai kelembaban yang berlebih tersebut dapat dilakukan dengan penambahan aktuator berupa lampu dengan intensitas yang cahaya yang tinggi untuk mengurangi kadar kelembaban pada tanah yang sudah melebihi *set point*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rancang bangun dan analisa data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Telah dilakukan rancang bangun sistem pengendalian kelembaban tanah menggunakan sensor Kapasitif *soil moisture Raspberry PI 3 B+* sebagai kontroler motor servo sebagai aktuator.
- b. Performa pada sistem diketahui dapat berjalan sesuai dengan kondisi yang sudah di atur/ ditetapkan (*set point* 40%-60%), dimana sensor *soil moisture* ini memiliki nilai error $\pm 0.06\%$. sensor dapat mengukur kelembaban tanah dan mengirim hasil pembacaan sensor menuju kontroler guna diproses untuk mengaktifkan motor servo sesuai *set point* (40%-60%) sehingga sistem dapat melakukan penyiraman secara otomatis sesuai *set point*.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya agar hasil yang dicapai dapat memenuhi harapan, antara lain:

- a. Sebelum menerapkan sistem pengendalian, harap kalibrasi sensor agar pembacaan akurat.
- b. Saat hasil uji coba menunjukkan *error* yang besar bisa terjadi selisih perhitungan pada program sehingga disarankan untuk melakukan pengecekan ulang pada program.
- c. Utamakan *safety* pada saat pengerjaan alat mulai dari kelistrikan hingga mekanik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Bentley, J. P. (2005). *Principles of Measurement Systems Fourth Edition*. Fourth Edition
- Christian, F. (2017). Modul pembelajaran raspberry pi
- Devashis Gupta (2018). capacitive sensor soil moisture Retrieved from <https://www.hackster.io/devashish-gupta/capacitive-v-s-resistive-soil-moisture-sensor-e241f2>
- Hidayat, D., Rahmatika, M., Syafei, N. S., & Tumbelaka, B. Y. (2018). Simulasi Pengontrol On/Off pada Sistem Kendali Umpan Balik dengan Model Fisis Elektronik. *TELKA - Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi Dan Kontrol*, 4(1), 43–53. <https://doi.org/10.15575/telka.v4i1.80>
- Javamas Agro, (2019). Kelembaban Tanah Ideal. Retrieved From <https://www.javamas.com/kelembaban-tanah-ideal/>
- Nugroho SA, (2011). Analisis Kelembaban Tanah Permukaan Melalui Citra Landsat 7 etm+ di wilayah Dataran Kabupaten Purworejo. Skripsi UMS.
- Nuryono, S. W., & Eng, M. (2017). Respon Sistem Respon Sistem, 1–29.
- Ogata, K. (2010). *Modern control engineering, 5th. IEEE Transactions on Automatic Control* (Vol. 17). <https://doi.org/10.1109/TAC.1972.1100013>
- Pamungkas, H.Y. (2011). Alat Monitoring Kelembaban Tanah dalam Pot Berbasis Mikrokontroler ATmega168 dengan Tampilan Output pada Situs Jejaring Sosial Twitter untuk Pembudidaya dan Penjual Tanaman Hias Anthurium, Tugas Akhir PENS-ITS Retrieved from <https://www.pens.ac.id/2013/05/02/20130813144935->
- Roekmono, I. (2009). Rancang Bangun Sistem pengendalian Level Unit Storage Tank A pada Simulator Mixing Process Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akurasi pengukuran dan pengendalian level yang baik dalam skala laboratorium maupun industri maka perlu dibuat sebuah sistem p
- Triwiyatno, A. (2011). Buku Ajar Sistem Kontrol Analog. *Buku Ajar Sistem Kontrol Analog*. Retrieved from

<http://aristriwiatno.blog.undip.ac.id/files/2011/10/Bab-1-Konsep-Umum-Sistem-Kontrol.pdf>

Yetty Handoko Putra. (2015). Elemen Dan Karakteristik Sensor.

LAMPIRAN A
Tabel Data dan Perhitungan
Tabel Hasil Pembacaan Sensor pada Sampel 2

No	Pembacaan <i>ADC</i>	Pembacaan LCD %	Pembacaan Kalibrator %	Koreksi
1	873,93	24,1	25	0,0360
2	879,93	25,9	25	0,0360
3	878,91	23,4	25	0,0640
4	873,93	24,1	25	0,0360
5	870,93	24,5	25	0,0200
6	873,93	24,1	25	0,0360
7	870,94	24,5	25	0,0200
8	870,94	24,5	25	0,0200
9	880,93	24,3	25	0,0280
10	878,91	25,4	25	0,0160
rata- rata		24,48		0,0312

Tabel Hasil Pembacaan Sensor pada Sampel 3

No	Pembacaan <i>ADC</i>	Pembacaan LCD %	Pembacaan Kalibrator %	Koreksi
1	751,87	43,90	45	0,0244
2	728,86	48,60	45	0,0800
3	751,87	43,90	45	0,0244
4	751,87	44,00	45	0,0222
5	734,86	46,30	45	0,0289
6	751,87	44,70	45	0,0067
7	751,87	43,70	45	0,0289
8	751,87	44,00	45	0,0222

9	734,86	46,30	45	0,0289
10	751,87	44,70	45	0,0067
rata-rata	746,17	45,01		0,0273

Tabel Hasil Pembacaan Sensor pada Sampel 4

No	Pembacaan <i>ADC</i>	Pembacaan LCD %	Pembacaan Kalibrator %	Koreksi
1	552,77	76,0	75	0,0133
2	558,77	75,0	75	0,0000
3	551,77	75,8	75	0,0107
4	551,77	76,2	75	0,0160
5	553,77	75,8	75	0,0107
6	542,72	77,6	75	0,0347
7	543,77	77,5	75	0,0333
8	552,77	76,00	75	0,0133
9	556,77	75,4	75	0,0053
10	553,77	75,8	75	0,0107
rata-rata	551,87	76,19		0,0148

Tabel Hasil Pembacaan Sensor pada Sampel 5

No	Pembacaan <i>ADC</i>	Pembacaan LCD %	Pembacaan Kalibrator %	Koreksi
1	487,74	86,5	85	0,0176
2	492,74	85,7	85	0,0082
3	487,74	86,5	85	0,0176
4	492,74	85,7	85	0,0082
5	492,74	85,7	85	0,0082

6	488,74	86,3	85	0,0153
7	492,74	85,7	85	0,0082
8	492,74	85,7	85	0,0082
9	488,74	86,3	85	0,0153
10	487,74	86,5	85	0,0176
rata-rata	492,74	86,17		0,012 ^e

Tabel Perhitungan Ketidak Pastian Ti

sampel	Pembacaan Kalibrator %	Pembacaan LCD % (xi)	Koreksi (yi)	yi-yratarata	(yi-yratarata) ²	xi*yi	xi ²	sr
1	15	15,09	0,09	0,506	0,256036	1,3581	227,7081	2,61110E-03
2	25	24,48	0,52	0,076	0,005776	12,7296	599,2704	0,335290364
3	45	45,01	0,01	0,586	0,343396	0,4501	2025,9	0,004766884
4	75	76,19	1,19	0,594	0,352836	90,6661	5804,916	1,560107483
5	85	86,17	1,17	0,57	0,3295	100,8189	7425,269	1,510545778
jumlah		246,94	2,98	2,336		206,0228	16083,06	3,413321615
rata-rata		49,388	0,596					
sandart deviasi		0,382099463						
ua1		0,170880075				a		-0,05904263
ua2		1,066664836				b		0,013263194
range	span	sensitivitas		error	resolusi	akurasi		
15%-85%		60%		0,994	0,006	0,01 0,94x100%		

Tabel Pembacaan Naik Turun

Tabel Pembacaan Naik Turun

Data Pembacaan Naik											
sampel	Pembacaan Ke-										Rata2
0 ml air	11,2	12,6	12	12	12	12,6	12,4	12	12,4	12,4	12,16
15 ml air	30,4	28	29	29	28	27	30,4	27	28,6	30,4	28,7
30 ml air	46,2	46,2	46	48	47	47,8	46,2	47,6	46,8	47,6	47
45 ml air	52,6	49,6	51	53	54	53,6	53,6	53,6	50,8	49,6	52,1
60 ml air	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Data Pembacaan Turun											
Sampel	Pembacaan ke-										Rata2
0 ml air	12,6	12,6	13	13	13	13,4	13,4	13	12,6	12,8	12,92
15 ml air	41,4	42	43	42	44	43,5	42,8	42,8	41,4	41,8	42,53
30 ml air	58,2	60	59	59	59	58,2	58,3	59,5	58,3	58,5	58,78
45 ml air	78,2	77	77	77	78	78,1	78,1	78,5	76,8	77,5	77,667
60 ml air	94,4	95,5	95	98	94	96	96	98,4	99,2	97,4	96,47

LAMPIRAN B

Data Sheet Komponen Plant

ADC MCP 3008



MCP3004/3008

2.7V 4-Channel/8-Channel 10-Bit A/D Converters with SPI Serial Interface

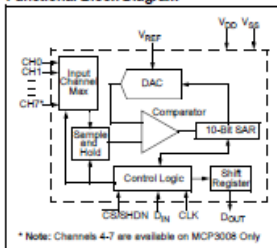
Features

- 10-bit resolution
- ± 1 LSB max DNL
- ± 1 LSB max INL
- 4 (MCP3004) or 8 (MCP3008) input channels
- Analog inputs programmable as single-ended or pseudo-differential pairs
- On-chip sample and hold
- SPI serial interface (modes 0,0 and 1,1)
- Single supply operation: 2.7V - 5.5V
- 200 kbps max. sampling rate at $V_{DD} = 5V$
- 75 kbps max. sampling rate at $V_{DD} = 2.7V$
- Low power CMOS technology
- 5 nA typical standby current, 2 μA max.
- 500 μA max. active current at 5V
- Industrial temp range: $-40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$
- Available in PDIP, SOIC and TSSOP packages

Applications

- Sensor Interface
- Process Control
- Data Acquisition
- Battery Operated Systems

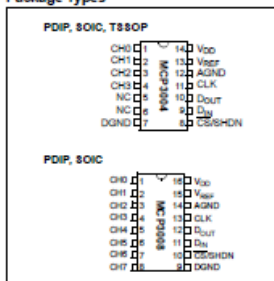
Functional Block Diagram



Description

The Microchip Technology Inc. MCP3004/3008 devices are successive approximation 10-bit Analog-to-Digital (A/D) converters with on-board sample and hold circuitry. The MCP3004 is programmable to provide two pseudo-differential input pairs or four single-ended inputs. The MCP3008 is programmable to provide four pseudo-differential input pairs or eight single-ended inputs. Differential Nonlinearity (DNL) and Integral Nonlinearity (INL) are specified at ± 1 LSB. Communication with the devices is accomplished using a simple serial interface compatible with the SPI protocol. The devices are capable of conversion rates of up to 200 kbps. The MCP3004/3008 devices operate over a broad voltage range (2.7V - 5.5V). Low-current design permits operation with typical standby currents of only 5 nA and typical active currents of 320 μA . The MCP3004 is offered in 14-pin PDIP, 15D mil SOIC and TSSOP packages, while the MCP3008 is offered in 16-pin PDIP and SOIC packages.

Package Types



Spesifikasi Sensor Kelembaban Tanah



Specification

- Operating Voltage: 3.3 ~ 5.5 VDC
- Output Voltage: 0 ~ 3.0VDC
- Operating Current: 5mA
- Interface: PH2.0-3P
- Dimensions: 3.86 x 0.905 inches (L x W)
- Weight: 15g

Datasheet Relay



Handson Technology

User Guide

4 Channel 5V Optical Isolated Relay Module

This is a LOW Level 5V 4-channel relay interface board, and each channel needs a 15-20mA driver current. It can be used to control various appliances and equipment with large current. It is equipped with high-current relays that work under AC250V 10A or DC30V 10A. It has a standard interface that can be controlled directly by microcontroller. This module is optically isolated from high voltage side for safety requirement and also prevent ground loop when interface to microcontroller.



Brief Data:

- Relay Maximum output: DC 30V/10A, AC 250V/10A.
- 4 Channel Relay Module with Opto-coupler. LOW Level Trigger expansion board, which is compatible with Arduino control board.
- Standard interface that can be controlled directly by microcontroller (8051, AVR, *PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic).
- Relay of high quality low noise relays SPDT. A common terminal a normally open, one normally closed terminal.
- Opto-Coupler isolation, for high voltage safety and prevent ground loop with microcontroller.

DATASHEET RASPBERRY PI 3 B+

Raspberry Pi 3 Model B+

1

Overview



The Raspberry Pi 3 Model B+ is the latest product in the Raspberry Pi 3 range, boasting a 64-bit quad core processor running at 1.4GHz, dual-band 2.4GHz and 5GHz wireless LAN, Bluetooth 4.2/BLE, faster Ethernet, and PoE capability via a separate PoE HAT

The dual-band wireless LAN comes with modular compliance certification, allowing the board to be designed into end products with significantly reduced wireless LAN compliance testing, improving both cost and time to market.

The Raspberry Pi 3 Model B+ maintains the same mechanical footprint as both the Raspberry Pi 2 Model B and the Raspberry Pi 3 Model B.



raspberrypi.org

Specifications

Processor:	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memory:	1GB LPDDR2 SDRAM
Connectivity:	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE ■ Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300Mbps) ■ 4 × USB 2.0 ports
Access:	Extended 40-pin GPIO header
Video & sound:	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1 × full size HDMI ■ MIPI DSI display port ■ MIPI CSI camera port ■ 4 pole stereo output and composite video port
Multimedia:	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
SD card support:	Micro SD format for loading operating system and data storage
Input power:	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5V/2.5A DC via micro USB connector ■ 5V DC via GPIO header ■ Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature, 0–50 °C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b+
Production lifetime:	The Raspberry Pi 3 Model B+ will remain in production until at least January 2023.



Spesifikasi Motor Servo

Spesifikasi Motor servo MG995

Motor servo MG995 adalah salah satu tipe motor servo dimana motor servo ini termasuk motor servo standard (servo rotation 108 °) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90 ° kearah kanan dan 90 ° kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180°



Berikut spesifikasi dari motor servo MG995 yaitu :

- Operating Voltage : 4.8~7.2V
- Operating Current : 100mA
- Operating Speed : 0.17sec/60degree (4.8V)~0.13sec/60degree (6.0V)
- Torque : 13.0kg/cm (4.8V)~15.0kg/cm (6.0V)
- Dead Band Width : 4usec
- Temperature Range : -30~+60°C
- Cable Length : 30cm
- Servo Type : Analog Servo

Spesifikasi Sensor pH



Specification

- Module Power : 5.00V
- Module Size : 43mm×32mm
- Measuring Range:0-14PH
- Measuring Temperature :0-60 °C
- Accuracy : $\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C)
- Response Time : $\leq 1\text{min}$
- pH Sensor with BNC Connector
- PH2.0 Interface (3 foot patch)
- Gain Adjustment Potentiometer
- Power Indicator LED
- Cable Length from sensor to BNC connector:660mm

Sampel Tanah Uji



LAMPIRAN C

Program pada *Plant*

```

from gpiozero import MCP3008
import I2C_LCD_driver
from time import *
import time
mylcd = I2C_LCD_driver.lcd()
while True :
    bab1 = a.value * 1024
    bab2 = b.value * 1024
    bab3 = c.value * 1024
    bab4 = d.value * 1024
    bab5 = e.value * 1024
    bab6 = f.value * 1024
    kelembaban1 = (-((bab1-800)/415)*100)
    kelembaban2 = (-((bab2-1024)/620)*100)
    kelembaban3 = (-((bab3-1024)/620)*100)
    if kelembaban1 > 100: kelembaban1=100;
    elif kelembaban1 < 0: kelembaban1=0;

    if kelembaban2 > 100: kelembaban2=100;
    elif kelembaban2 < 0: kelembaban2=0;

    if kelembaban3 > 100: kelembaban3=100;
    elif kelembaban3 < 0: kelembaban3=0;

    ph1 = (bab4/75)
    ph2 = (bab5/74)
    ph3 = (bab6/75)
print('Nilai Kelembaban 1 = %3.2f' %bab1)
print('Nilai Kelembaban 2 = %3.2f' %bab2)
print('Nilai Kelembaban 3 = %3.2f' %bab3)

mylcd.lcd_display_string((str('PLANT')), 1, 0)
mylcd.lcd_display_string((str('HUM | PH')), 1, 8)
mylcd.lcd_display_string((str('BLOK1 = %3.1f' %kelembaban1)), 2, 0)
mylcd.lcd_display_string((str('%3.1f' %ph1)), 2, 14)
mylcd.lcd_display_string((str('BLOK2 = %3.1f' %kelembaban2)), 3, 0)
mylcd.lcd_display_string((str('%3.1f' %ph2)), 3, 14)
mylcd.lcd_display_string((str('BLOK3 = %3.1f' %kelembaban3)),4, 0)
mylcd.lcd_display_string((str('%3.1f' %ph3)), 4, 14)

```

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis **Rahmad Bayu Rifaldy** biasa dipanggil **Aldy**. Lahir di Kota Kediri pada tanggal 05 Juni 1998 dari Ayah **Tri Kuntariyono** dan Ibu **Fathowiyah**. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah tingkat dasar di **Mi Al-IRSYAD Kediri** Kemudian melanjutkan di **SMPN 6 Kediri**. Dilanjutkan di **SMAN 3 Kediri** Dan pada tahun 2019 ini penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Program Studi **DIII-Teknologi Instrumentasi**, Departemen Teknik

Instrumentasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN KELEMBABAN TANAH PADA PLANT PENYIRAM TANAH OTOMATIS BERBASIS RASPBERRY PI 3B +”**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau ingin berdiskusi lebih lanjut atau pertanyaan mengenai tugas akhir ini maka dapat menghubungi penulis melalui email rahmadbayur@gmail.com.