



**PENGENDALIAN PH DAN EC PADA LARUTAN NUTRISI
HIDROPONIK TOMAT CERI**



Oleh :

TAUFANAPRI MAHA PUTRA DYKA

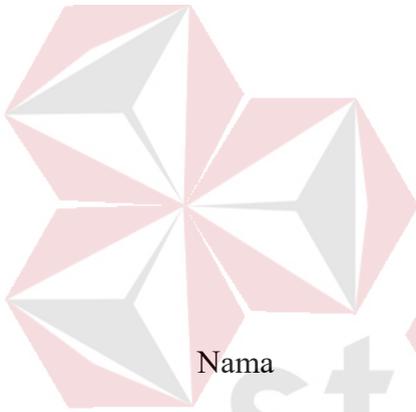
14.41020.0046

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA
2018**

**PENGENDALIAN PH DAN EC PADA LARUTAN NUTRISI
HIDROPONIK TOMAT CERI**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

Nama : Taufanapri Maha Putra Dyka
Nim : 14.41020.0046
Program : S1 (Strata Satu)
Jurusan : Sistem Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

2018



“Mensyukuri hari ini dan mengikhhlaskan yang telah berlalu, Karena Masa Depan adalah milik mereka yang selalu berusaha”

INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

Syukur Alhamdulillah, Segala Puji Bagi ALLAH SWT Shalawat dan salam tidak lupa selalu tcurahkan kepada Baginda Rasullulah Muhammad SAW.

Akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada Ayah, Ibu, Kakak dan semua Keluarga yang selalu memberi dukungan dan mendoakan saya.

Terimakasih kepada Dosen Pembimbing

Serta para dosen - dosen yang memberikan ilmu dan memberikan motivasi kepada saya. Untuk Seluruh rekan - rekan di S1 Sistem Komputer dan dikampus Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya yang membantu dan memberikan motivasi kepada saya.

Beserta semua orang yang telah membantu.

TUGAS AKHIR

PENGENDALIAN PH DAN EC PADA LARUTAN NUTRISI HIDROPONIK TOMAT CERI

Dipersiapkan dan disusun oleh
Taufanapri Maha Putra Dyka
NIM : 14.41020.0046

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji
Pada : Januari 2018

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing

- I. Hariato, S.Kom., M.Eng.
NIDN. 0722087701
- II. Yosefine Triwidvastuti, M.T.
NIDN. 0729038504


29/1/18



Pembahas

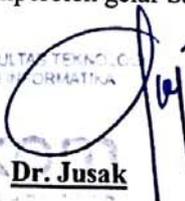
- I. Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT.
NIDN. 0721047201



Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana



FAKULTAS TEKNOLOGI
DAN INFORMATIKA


6/18
2

Dr. Jusak

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA

SURAT PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya :

Nama : Taufanapri Maha Putra Dyka
NIM : 14.41020.0046
Program Studi : S1 Sistem Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : **PENGENDALIAN PH DAN EC PADA LARUTAN
NUTRISI HIDROPONIK TOMAT CERI**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialih mediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Januari 2018

Yang menyatakan



Taufanapri Maha Putra Dyka
NIM : 14.41020.0046

ABSTRAK

Metode hidroponik bukanlah hal baru di kalangan petani khususnya di wilayah yang kurang lahan untuk bercocok tanam. Metode hidroponik sangatlah mudah dikembangkan terutama di wilayah perkotaan karena tidak memerlukan lahan yang luas. Akan tetapi tanaman hidroponik sangat bergantung pada larutan nutrisi dan harus sesuai kebutuhan tanaman.

Pada penelitian ini akan dibuat sistem otomatis untuk proses pencampuran larutan nutrisi pada tanaman tomat ceri hidroponik dengan menggunakan sensor EC dan pH untuk mendeteksi nilai kepekatan larutan nutrisi. Untuk komponen elektro pada tandon nutrisi hidroponik ini terdiri dari Arduino Mega 2560, sensor EC, sensor pH, *Water Flow*, Keypad, dan sensor RTC serta aktuator seperti *Solenoid valve* dan Motor DC.

Pengujian dilakukan pada 3 *setpoint* EC untuk 3 masa tanam dimana fase penanaman nilai EC 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, fase pembungaan nilai EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dan fase pematangan nilai EC 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sensor pH digunakan pada sistem pembuangan nutrisi jika nilai pH < 5,5. Hasil dari pengujian nilai error sensor pH sebesar 2,7% dan sensor EC sebesar 5,9%.

Kata kunci : Hidroponik *Wick*, Sensor pH, Sensor EC, Larutan Nutrisi, Tomat Ceri.

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat izin, Rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul “PENGENDALIAN PH DAN EC PADA LARUTAN NUTRISI HIDROPONIK TOMAT CERI” yang merupakan salah satu syarat menempuh Tugas Akhir pada Program Studi S1 Sistem Komputer di Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya. Shalawat serta salam tidak lupa selalu penulis panjatkan kepada Rasulullah SAW.

Di dalam buku Laporan Tugas Akhir ini dilakukan pembahasan mengenai pembuatan sistem otomasi pengendalian pH dan EC pada larutan nutrisi hidroponik tomat ceri. Harapan penulis semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan.

Dalam usaha menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik moral maupun materi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Ayah, Ibu dan saudara - saudara saya tercinta yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Tugas Akhir maupun laporan ini.
2. Bapak Dr. Jusak selaku Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika (FTI) Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya telah membantu proses penyelesaian Tugas Akhir yang dibuat oleh penulis dengan baik.

3. Kepada Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi Sistem Komputer Stikom Surabaya atas ijin yang diberikan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Kepada Bapak Harianto, S.Kom, M.Eng., dan Ibu Yosefine Triwidyastuti, M.T., selaku Dosen Pembimbing. Terima kasih atas bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
5. Ibu Ira Puspasari, S.Si., M.T., selaku Ketua Penelitian. Terima kasih atas bimbingan dan bantuan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Weny Indah Kusumawati, S.Kom., M.MT., selaku Dosen Penguji memberi masukan dalam menyusun buku Tugas Akhir.
7. Semua staf dosen yang telah mengajar dan memberikan ilmunya.
8. Terima kasih terhadap seluruh anggota Komunitas Robotic Stikom Surabaya, yang selalu memberikan semangat, pengalaman, serta bantuannya.
9. Terima kasih terhadap seluruh rekan - rekan S1 Sistem Komputer khususnya rekan - rekan seperjuangan angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat dan bantuannya.
10. Serta semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara satu per satu, yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SYARAT	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Hidroponik.....	6
2.2 Tomat Ceri (<i>Lycopersicon Esculentum Var. Cerasiforme</i>).....	7
2.3 Nutrisi AB Mix.....	7
2.4 Pembuatan Nutrisi AB Mix Untuk Hidroponik.....	10

2.5	Pengaruh pH Terhadap Tanaman Hidroponik.....	11
2.6	Pengaruh EC Terhadap Tanaman Hidroponik	12
2.7	Sensor pH	13
2.8	Sensor EC	14
2.9	Mikrokontroler	15
2.9.1	Arduino Mega.....	17
2.9.2	<i>Software</i> Arduino IDE (<i>Integrated Development Environment</i>)	21
2.10	Sensor <i>Water Flow</i>	22
2.11	<i>Solenoid Valve</i> 12V	24
2.12	Relay.....	25
2.13	Motor DC 12V.....	26
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1	Perancangan Sistem.....	29
3.2	<i>Flowchart</i> Sistem Nutrisi Hidroponik	31
3.3	Pengujian Sistem Keseluruhan	33
3.3.1	Pengujian Arduino Mega 2560.....	33
3.3.2	Pengujian Sensor <i>Water Flow</i>	35
3.3.3	Pengujian Sensor RTC.....	37
3.3.4	Pengujian Sensor EC	40
3.3.5	Pengujian dan Kalibrasi Sensor pH	43
3.3.6	Pengujian Otomasi Sistem	45
3.4	Rangkaian pada Otomasi Sistem.....	47
3.4.1	Model Perancangan	48

3.4.2	Ukuran Dimensi Rancang Bangun Tandon Nutrisi Hidroponik.....	52
3.5	Struktur Material Rancang Bangun Hidroponik.....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		55
4.1	Hasil Pengujian Arduino Mega 2560.....	55
4.2	Hasil Pengujian Aktuator Sensor <i>Water Flow</i>	56
4.3	Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor EC.....	60
4.4	Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor pH	61
4.5	Hasil Pengujian Sistem Pada Sensor EC.....	64
4.5.1	Pengambilan Data EC 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	64
4.5.2	Hasil Pengujian EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	66
4.5.3	Hasil Pengujian EC 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	69
4.6	Hasil Pengujian Sensor pH.....	71
4.7	Hasil Pengujian Tanaman.....	72
BAB V PENUTUP.....		74
5.1	Kesimpulan.....	74
5.2	Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA		76
LAMPIRAN.....		78
BIODATA PENULIS		87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pupuk AB Mix Serbuk.....	8
Gambar 2.2 Pupuk AB Mix Cair	8
Gambar 2.3 Jumlah Kebutuhan Nutrisi Setiap Fase	13
Gambar 2.4 Sensor pH	14
Gambar 2.5 Sensor EC.....	15
Gambar 2.6 Arduino Mega 2560 (Arduino.cc).....	18
Gambar 2.7 Tampilan <i>Software</i> Arduino IDE	22
Gambar 2.8 Skematik Instalasi <i>Water Flow</i> Sensor	23
Gambar 2.9 <i>Water Flow</i> Sensor.....	23
Gambar 2.10 <i>Solenoid Valve</i>	25
Gambar 2.11 Bentuk Fisik Dan Simbol Relay.....	26
Gambar 2.12 Motor DC	27
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem	29
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Sistem Nutrisi Hidroponik.....	31
Gambar 3.3 Rangkaian Otomasi Sistem	47
Gambar 3.4 Desain Otomasi Sistem Hidroponik Tampak Keseluruhan.....	49
Gambar 3.5 Desain Otomasi Sistem Hidroponik Tampak Belakang.....	49
Gambar 3.6 Desain Otomasi Sistem Hidroponik Sensor pH.....	50
Gambar 3.7 Rancang Otomasi Sistem Hidroponik Tampak Keseluruhan.....	50
Gambar 3.8 Rancang Otomasi Sistem Hidroponik Tandon Nutrisi.....	51
Gambar 3.9 Rancangan Elektronika Tandon Nutrisi	51

Gambar 4.1 <i>Upload</i> Berhasil Pada Arduino IDE.....	55
Gambar 4.2 Hasil Dari <i>Serial Monitor</i>	56
Gambar 4.3 Hasil Grafik Sensor <i>Water Flow</i> 5 Liter Air	58
Gambar 4.4 Hasil Grafik Sensor <i>Water Flow</i> 8 Liter Air	58
Gambar 4.5 Hasil Grafik EC <i>Buffer</i> 12,880 $\mu\text{S}/\text{cm}$	60
Gambar 4.6 Hasil Grafik EC <i>Buffer</i> 80,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	60
Gambar 4.7 Hasil Grafik pH <i>Buffer</i> 4,9 Dan 6,86 Sebelum Kalibrasi.....	63
Gambar 4.8 Hasil Grafik pH <i>Buffer</i> 4,9 Dan 6,86 Setelah Kalibrasi.....	63
Gambar 4.9 Grafik Debit Air Pada Saat EC 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	65
Gambar 4.10 Grafik Data EC 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	65
Gambar 4.11 Grafik Debit Air Pada Saat EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	67
Gambar 4.12 Grafik Data EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	67
Gambar 4.13 Grafik Debit Air Pada Saat EC 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	69
Gambar 4.14 Grafik Data EC 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	69
Gambar 4.15 Grafik Hasil Penurunan pH.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Unsur Hara Pupuk AB Mix	8
Tabel 2.2 Kandungan Unsur Hara Pupuk AB Mix	9
Tabel 2.3 Tabel Nilai Nutrisi Hidroponik (HIDROPONIK, 2016)	12
Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	19
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pada Sensor <i>Water Flow</i>	57
Tabel 4.2 Hasil Respon Pengujian Sensor <i>Water Flow</i>	59
Tabel 4.3 Hasil Kalibrasi Sensor pH Pada Larutan <i>Buffer</i>	62
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Respon Sistem pada EC 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	66
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Respon Sistem pada EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	68
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Respon Sistem pada EC 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	70
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Penurunan Nilai pH	71
Tabel 4.8 Hasil Pertumbuhan Tanaman Memakai Sistem Otomatis	73
Tabel 4.9 Hasil Pertumbuhan Tanaman Memakai Cara Manual	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Hidroponik merupakan tren dalam budidaya tanaman, karena memberikan kesan baru untuk kegiatan budidaya tanaman khususnya aneka jenis sayur yang sebelumnya terkesan ribet dan kotor. Metode hidroponik menggunakan larutan nutrisi mineral dalam air tanpa menggunakan tanah untuk proses menumbuhkan tanaman. Teknik hidroponik dibagi menjadi enam jenis, yaitu *Wick*, *Deep Water Culture* (DWC), EBB dan *Flow (Flood & Drain)*, *Drip (recovery* atau *nonrecovery)*, *Nutrient Film Technique* (NFT) dan *Aeroponik*. Ada ratusan variasi pada sistem hidroponik, tetapi semua metode hidroponik adalah variasi dan kombinasi dari enam jenis dasar (Domingues dkk, 2012).

Budidaya tanaman hidroponik tomat ceri (*Lycopersicon esculentum var. cerasiforme*) merupakan peluang usaha yang saat ini masih terbuka cukup lebar karena tergolong baru. Tomat ceri menjadi pilihan karena rasanya yang manis, *crispy*, berwarna merah dan ukurannya mini. Tanaman tomat ceri bisa dipanen 2-3 bulan dan pemeliharaannya ringan dan mudah. Hasil keuntungan bisa mencapai 50-150% dari biaya produksi yang dikeluarkan dalam setiap musim (Gunawan, 2009).

Hidroponik dengan metode *wick* atau sistem sumbu adalah salah satu cara yang paling sederhana karena hanya memanfaatkan prinsip kapilaritas air. Metode penanaman ini dengan memanfaatkan tangki berukuran besar dengan *volume* larutan zat hara yang banyak, sehingga dapat menekan fluktuasi konsentrasi larut

pada zat hara. Pada larutan hara sistem ini tidak melakukan sirkulasi, akibatnya dapat mengurangi ketergantungan terhadap tersedianya energi listrik. Pada *metode wick* kesederhanaan inilah yang menjadikan teknologi ini mudah digunakan oleh petani.

Unsur utama tanaman hidroponik dengan bantuan air, maka selain faktor suhu dan kelembaban, ketergantungan terhadap larutan nutrisi menjadi salah satu faktor penentu yang paling penting dalam menentukan hasil dan kualitas tanaman (Toshiki, 2012). Sedangkan pada tanaman tomat membutuhkan unsur hara makro dan mikro untuk memenuhi kebutuhan kesuburan tanaman. Dimana unsur tersebut sudah tersedia pada pupuk AB Mix yang berupa cairan pekat antara pupuk A dan pupuk B. Untuk menjadikannya larutan nutrisi dengan cara mencampurkan pupuk AB Mix dan air dengan takaran 3 ml pupuk A dan 3 ml pupuk B untuk 1 liter air. (Umar, Akhmadi, & Sanyoto, 2016)

Ada dua variabel utama yang harus dipertimbangkan ketika membuat larutan nutrisi, yaitu konduktivitas listrik / *Electrical Conductivity* (EC) dan potensi ion hidrogen (pH). Perubahan tingkat pH akan berpengaruh terhadap aktivitas fotosintesis tanaman, karena CO₂ mudah larut dalam air dan menurunkan pH. Karena nilai pH dapat memberikan pengaruh terhadap aktivitas fotosintesis tanaman, tingkat pH dalam larutan air harus dikontrol untuk menghindari tanaman akan rusak. (Saaid dkk, 2015)

Konduktivitas listrik (EC) larutan hara di hidroponik dapat mewakili jumlah total garam dalam larutan nutrisi yang juga merupakan indikator jumlah ion untuk tanaman. Nilai EC yang tinggi menghambat serapan hara dengan meningkatkan tekanan *osmotik*, sedangkan nilai EC yang rendah dapat

mempengaruhi kesehatan tanaman (Ibrahim dkk, 2015). Pada tanaman tomat membutuhkan pH larutan yang direkomendasikan adalah antara 5,5 sampai 6,5. Sedangkan larutan nutrisi untuk proses penanaman hidroponik tomat ceri membutuhkan nilai EC yang berbeda - beda pada setiap fase. Ada fase pertumbuhan sebesar 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, fase pembungaan 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dan fase pematangan 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (Gozali, 2016)

Pada penelitian sebelumnya sudah dikembangkan teknologi hidroponik system wick untuk tanaman tomat ceri. Namun, kondisi yang diatur adalah nilai suhu dan kelembaban ruang (Ichsan, 2017). Di lain pihak, pengukuran pH dan EC larutan nutrisi untuk tanaman hidroponik masih dilakukan secara manual dengan takaran yang dibuat oleh penggunanya. Pada Tugas Akhir ini akan dibuat sebuah sistem otomatis pencampuran nutrisi untuk hidroponik metode *wick* dengan menggunakan sensor pH dan Sensor EC. Hasil sensor EC akan diolah untuk proses pencampuran Air, pupuk A dan pupuk B untuk dijadikan larutan nutrisi. Sedangkan hasil dari sensor pH difungsikan untuk proses pembuangan larutan nutrisi pada hidroponik. Sensor pH dan EC sangat dibutuhkan untuk menjaga larutan nutrisi hidroponik agar sesuai kebutuhan tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan tersebut, maka didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang mekanik untuk tandon pupuk dan tandon air pada hidroponik sistem *wick*?
2. Bagaimana kalibrasi nilai sensor pH dan EC yang sesuai dengan nilai *buffer*?

3. Bagaimana dapat mengontrol nilai pH untuk pengantian larutan nutrisi tomat ceri pada hidroponik sistem *wick* ?
4. Bagaimana dapat mengontrol nilai EC pada larutan nutrisi yang sesuai dengan tahapan pertumbuhan tomat ceri pada hidroponik sistem *wick* ?
5. Bagaimana menciptakan data yang *real time* untuk pengontrolan pada tandon larutan nutrisi hidroponik tomat ceri?

1.3 Batasan Masalah

Pada Dalam perancangan dan pembuatan terdapat beberapa Batasan masalah, antara lain :

1. Jenis tanaman yang diujicobakan adalah tomat ceri.
2. Tidak membahas pengaruh sensor terhadap rendaman air dalam waktu yang lama.
3. Sistem kontrol tidak memberikan informasi balik mengenai kondisi tanaman baik / buruk.
4. Variabel yang dikontrol yaitu pH dan EC.
5. Tidak membahas masalah suhu dan kelembaban untuk tanaman.
6. Tidak membahas jika kondisi tandon air dan tandon pupuk kosong.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari pembuatan otomasi sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang mekanik tandon nutrisi hidroponik pada sistem *wick*.
2. Dapat menghasilkan sistem pencampuran larutan nutrisi hidroponik secara otomatis.

3. Sensor dapat mengontrol nilai pH dan EC sesuai dengan tanaman tomat ceri.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dari penelitian ini, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas teori penunjang secara singkat sebagai acuan pada penelitian Tugas Akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dibahas tentang tahapan dalam pembuatan rancang sistem otomasi dengan menggabungkan *hardware* dan *software* dengan terdapat *rule-rule* yang telah diterapkan dan akan aktif atau mati sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengujian sistem otomasi yang meliputi pengujian sensor pH dan EC. Dengan hasil pengujian dalam tiga fase tanaman tomat ceri dan sesuai keadaan waktu dan nilai *setpoint* yang telah ditentukan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran sebagai pengembangan penelitian di waktu yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

Teori – teori yang digunakan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak adalah studi dari keputusan berupa data - data literatur dari masing - masing komponen, informasi dari internet serta konsep - konsep teori buku penunjang, antara lain :

2.1 Hidroponik

Hidroponik atau istilah asingnya *hydroponics*, adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai tempat menanam tanaman. Hidroponik berasal dari bahasa Latin yang terdiri dari kata *hydro* yang berarti air dan kata *ponos* yang berarti kerja. Jadi definisi hidroponik adalah pengerjaan atau pengelolaan air yang digunakan sebagai media tumbuh tanaman dan tempat akar tanaman mengambil unsur hara yang diperlukan. Umumnya media tanam yang digunakan bersifat porous, seperti pasir, arang sekam, batu apung, kerikil, *rockwool*. (Lingga, 2015)

Teknik Hidroponik Sistem Sumbu (*Wick System*)

Wick System adalah sistem hidroponik paling sederhana. Pada prinsipnya, sistem sumbu ini hanya membutuhkan sumbu yang dapat menghubungkan antara larutan nutrisi pada bak penampung dengan media tanam. Sistem ini adalah sistem yang pasif yang berarti tidak ada bagian yang bergerak. Larutan nutrisi ditarik ke media tanam dari bak/tangki penampung melalui sumbu yang terbuat dari kain

flanel. Air dan nutrisi akan dapat mencapai akar tanaman dengan memanfaatkan daya kapilaritas pada sumbu.

2.2 Tomat Ceri (*Lycopersicon Esculentum Var. Cerasiforme*)

Tomat merupakan tanaman yang berkerabat dengan kentang, terong, dan cabai dalam *family Solanaceae*. Tomat terdiri dari lebih 400 varietas yang salah satunya adalah tomat ceri (*Lycopersicon esculentum var. cerasiforme*). Tomat ceri diperkirakan mulai terkenal pada tahun 1800-an dan berasal dari Peru dan Chili bagian utara. Tomat ceri tumbuh paling baik pada temperatur 17°C - 28°C.

Kelembaban relatif yang diperlukan untuk pertumbuhan yaitu 80% (Wiryanta, 2002). Bentuk buah tomat ceri ada yang bulat sempurna dan ada pula yang lonjong. Berat buah umumnya berkisar 10 - 20 gram. Tomat ceri disukai banyak konsumen karena dengan rasanya yang manis serta kandungan tomat ceri yang kaya vitamin C, vitamin A dan antioksidan serta rendah kalori, tomat ceri bisa dijadikan cemilan atau diolah sebagai campuran salad.

2.3 Nutrisi AB Mix

Nutrisi AB Mix Merupakan larutan nutrisi yang sangat berpengaruh untuk tanaman hidroponik yang dapat digunakan sebagai suplai hara, baik makro maupun mikro untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimum. Nutrisi hidroponik tersebut terdiri dari dari dua larutan, yaitu A Mix yang mengandung unsur hara makro dan B Mix yang mengandung unsur hara mikro. (Umar, Akhmadi, & Sanyoto, 2016)



Gambar 2.1 Pupuk AB Mix Serbuk



Gambar 2.2 Pupuk AB Mix Cair

Tabel 2.1 Kandungan Unsur Hara Pupuk AB Mix

No	Unsur	Fungsi
Nutrisi A		
1	Nitrogen (N)	Membentuk DNA dan RNA
2	Fosfat (P)	Merangsang pertumbuhan akar tanaman
3	Kalium (K)	Sintesa protein
4	Kalsium (Ca)	Membentuk dinding sel (tahan penyakit)
5	Sulfur (S)	Penyusun asam amino
6	Magnesium (Mg)	Inti klorofil

Tabel 2.2 Kandungan Unsur Hara Pupuk AB Mix

No	Unsur	Fungsi
Nutrisi B		
7	Molibdenum (Mo)	Pembelahan dan pembentukan sel
8	Seng (Zn)	Katalisator dalam pembentukan dan pembelahan sel
9	Boron (Bo)	Membentuk selulosa
10	Mangan (Mn)	Membentuk energi
11	Tembaga (Cu)	Stabilisator klorofil
12	Khlor (Cl)	Membentuk fisik tanaman
13	Besi (Fe)	Proses pembentukan klorofil

Membuat Pekatan Nutrisi AB Mix

Nutrisi hidroponik atau AB Mix ada yang berbentuk cair dalam kemasan botol 500 ml dan ada yang berbentuk padat (serbuk). Pada dasarnya nutrisi yang berbentuk cair itu berasal dari serbuk yang sudah di larutkan sehingga pembeli tidak perlu susah membuat larutan AB Mix, karena larutan ini terdiri dari nutrisi A dan nutrisi B yang dikemas terpisah. Sebenarnya pembuatan nutrisi AB Mix serbuk ke cair cukup mudah. (Umar, Akhmadi, & Sanyoto, 2016)

1. Menyiapkan nutrisi hidroponik AB Mix serbuk dalam kemasan 250gram.
2. Menyiapkan juga 2 botol 500 ml dan dikasih label A dan B supaya kedua pupuk tidak tertukar.
3. Mengisikan air ke dalam botol A dan B sebanyak 400 ml, lalu menuangkan serbuk A Mix ke botol A dan B Mix ke botol B.

4. Menutup kedua botol yang sudah diberi air dan serbuk hingga rapat, kemudian mengkocok kedua botol tersebut dan pastikan nutrisi telah benar – benar larut dengan air.
5. Tambahkan air bersih dengan ketinggian hingga leher botol, lalu mengkocok perlahan agar larutan tercampur sempurna.

2.4 Pembuatan Nutrisi AB Mix Untuk Hidroponik

Nutrisi AB Mix yang siap digunakan pada sistem hidroponik yaitu sudah berbentuk cair dalam kemasan terpisah antara A dan B. (Umar, Akhmadi, & Sanyoto, 2016) dan untuk penerapannya cukup menyesuaikan dengan kebutuhan nutrisi setiap tanaman hidroponik karena nilainya berbeda – beda, pada tomat ceri sebesar 1400 – 3500 ppm. Proses membuat larutan nutrisi untuk hidroponik adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan wadah penampung nutrisi sesuai jenis sistem hidroponik yang dibuat.
2. Membuat larutan awal dengan perbandingan 1:3:3, yaitu campurkan 1 liter air yang sudah dituangkan ke dalam wadah penampung nutrisi pada sistem dengan 3 ml larutan nutrisi A dan 3 ml larutan nutrisi B. Dengan komposisi tersebut, maka didapatkan larutan dengan kepekatan 500 ppm.
3. Menaikkan ppm larutan nutrisi dengan cara menambahkan 1 ml larutan nutrisi A dan 1 ml larutan nutrisi B. Penambahan larutan nutrisi ini akan menaikkan kepekatan sebesar 130 ppm.

2.5 Pengaruh pH Terhadap Tanaman Hidroponik

Potensi ion Hidrogen (pH) sangat berpengaruh terhadap larutan nutrisi tanaman yang ditanam memakai system hidroponik. Jika nilai pH terlalu tinggi hal ini menimbulkan pengendapan unsur - unsur hara mikro tersebut. Salah satu unsur hara mikro yang tidak dapat diserap secara optimal oleh tanaman adalah Klorin (Cl). Unsur hara ini berperan sebagai *aktivator* enzim selama produksi oksigen dari air, hal tersebut menyebabkan pertumbuhan akar tanaman menjadi kurang optimal. (Izzati, 2006)

Apabila nilai pH terlalu rendah, daya larut unsur tersebut akan menurun sehingga daya serap tanaman terhadap unsur tertentu kemungkinan akan berkurang. pH berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara dalam tanah, timbulnya gejala defisiensi hara terhadap tanaman yang diakibatkan konsentrasi larutan nutrisi. Sedangkan untuk nilai pH 7 dianggap netral hal ini dikarenakan muatan listrik kation H^+ seimbang dengan muatan listrik anion OH^- . Kation adalah ion-ion yang bermuatan positif sedangkan anion adalah ion-ion yang bermuatan negatif (Aida, 2015). pH larutan yang direkomendasikan untuk tanaman tomat pada kultur hidroponik adalah antara 5,5 sampai 6,5. Kandungan larutan nutrisi sangat mempengaruhi perubahan nilai pH pada sistem hidroponik. (Kusuma, Mulyono, & Sukriyanti, 2015)

Tabel 2.3 Tabel Nilai Nutrisi Hidroponik (HIDROPONIK, 2016)

NAMA TANAMAN	pH	EC	PPM
Buncis	6.0	2.0-4.0	1400-2800
Brokoli	6.0-6.5	2.8-3.5	1960-2450
Paprika	6.0-6.5	1.8-2.2	1260-1540
Wortel	6.3	1.6-2.0	1120-1400
Kembang Kol	6.0-7.0	0.5-2.0	1050-1400
Seledri	6.5	1.8- 2.4	1260-1680
Ketimun	5.8-6.0	1.7-2.5	1190-1750
Terong	5.5-6.5	2.5-3.5	1750-2450
Selada	5.5-6.5	0.8-1.2	560-840
Kacang Okran	6.5	2.0-2.4	1400-1680
Bawang Merah	6.0-6.7	1.4-1.8	980-1260
Pakchoy	7.0	1.5-2.0	1050-1400
Lobak	6.0-7.0	1.6-2.2	840-1540
Bayam	5.5-6.6	1.8-2.3	1260-1610
Tomat	5.5-6.5	2.0-5.0	1400-3500
Tunip (Lobak Cina)	6.0-6.5	1.8-2.4	1260-1680
Kangkung	5.5-6.5	2.0-2.1	1050-1400
Zucchini	6.0	1.8-2.4	1260-1680
Melon	5.5-6.0	2.0-2.5	1400-1750
Stroberi	5.5-6.5	1.8-2.2	1260-1540
Semangka	5.8	1.5-2.4	1260-1680
Mint	5.5-6.0	2.0-2.4	1400-1680
Sawi	5.5-6.5	2.0-2.1	1050-1400

2.6 Pengaruh EC Terhadap Tanaman Hidroponik

Electro Conductivity (EC) atau aliran listrik didalam air mengetahui cocok tidaknya larutan nutrisi untuk tanaman, karena kualitas larutan nutrisi sangat menentukan keberhasilan produksi, sedangkan kualitas larutan nutrisi atau pupuk tergantung pada konsentrasinya. Nilai EC yang tinggi mengakibatkan tanaman tidak dapat menyerap unsur hara karena konsentrasi garam yang tinggi dapat merusak akar tanaman dan mengganggu serapan air nutrisi, selain itu pengaruh nilai EC mempengaruhi serapan unsur hara. (Wijayani dan Widodo, 2005)

Nilai EC berpengaruh pada kecepatan penyerapan unsur hara oleh tanaman, semakin besar nilai EC maka semakin cepat penyerapan unsur hara oleh tanaman dan sebaliknya jika nilai EC semakin kecil maka penyerapan unsur hara akan lambat (Sutiyoso, 2003). Untuk larutan nutrisi yang diberikan pada tanaman tomat mempunyai nilai EC berkisar antara 2 – 2.5 m mhos/cm. Bila EC kurang

dari 2 m mhos/cm harus dinaikkan dengan cara menambah nutrisi. Bila EC lebih dari 2.5 m mhos/cm sebaiknya diturunkan secara bertahap dengan cara penyiraman dengan air saja. (Kusuma, Mulyono, & Sukriyanti, 2015). Sedangkan untuk proses penanaman hidroponik tomat ceri membutuhkan nilai EC yang berbeda - beda pada setiap fase. Ada fase pertumbuhan, fase pembungaan, dan fase pemuhanan.



Gambar 2.3 Jumlah Kebutuhan Nutrisi Setiap Fase

2.7 Sensor pH

PH adalah nilai derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Konsep pH pertama kali diperkenalkan oleh kimiawan Denmark Soren Peder Lauritz Sorensen pada tahun 1909. Alat ukur keasaman pada air tersebut digunakan untuk mengukur kandungan pH atau kadar keasaman pada air mulai dari pH 0 sampai

pH 14. Dimana pH normal memiliki nilai 6.5 hingga 7.5 sementara bila nilai pH < 6.5 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat asam sedangkan nilai pH > 7.5 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. (Azmi, Saniman, & Ishak, 2016)



Gambar 2.4 Sensor pH

2.8 Sensor EC

Untuk mengukur EC pada larutan nutrisi bisa menggunakan EC meter, angka EC menunjukkan jumlah garam terlarut dalam larutan nutrisi. Biasanya ditunjukkan pada skala mikrosiemen ($\mu\text{s} / \text{cm}$) atau millisiemens (ms / cm). Range EC pada setiap tanaman untuk setiap fase dan juga setiap jenis tanaman tentu saja akan berbeda - beda, bisa cek di tabel pH, EC dan PPM pada Tabel 2.3 untuk mengetahui *range* EC pada setiap tanaman. Sebagai Contoh EC untuk *Lettuce* *range* 0.8-1.2 ms/cm. EC tidak bisa mewakili masing - masing hara terlarut, jadi untuk hasil yang optimal pastikan nutrisi hidroponik yang digunakan memiliki keseimbangan komposisi antar unsur hara yang baik. (UNCATEGORIZED, 2014)



Gambar 2.5 Sensor EC

2.9 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Sekedar contoh, bayangkan jika saat mulai belajar membaca dan menulis, ketika sudah bisa melakukan hal itu bisa membaca tulisan apapun baik buku, cerpen, artikel dan sebagainya, dan bisa pula menulis hal-hal sebaliknya. Begitu pula jika sudah mahir membaca dan menulis data maka dapat membuat program untuk membuat suatu sistem pengaturan otomatis menggunakan mikrokontroler sesuai keinginan. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan

efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen - komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi / diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini (Syahwil, 2013).

Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat *input output* yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

1. Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas.
2. Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
3. Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak.

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan *reset*, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem *clock* internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler sudah beroperasi.

Yang dimaksud dengan sistem minimal adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri. Pada

dasarnya sebuah sistem minimal mikrokontroler AVR memiliki prinsip yang sama. *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin - pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler.

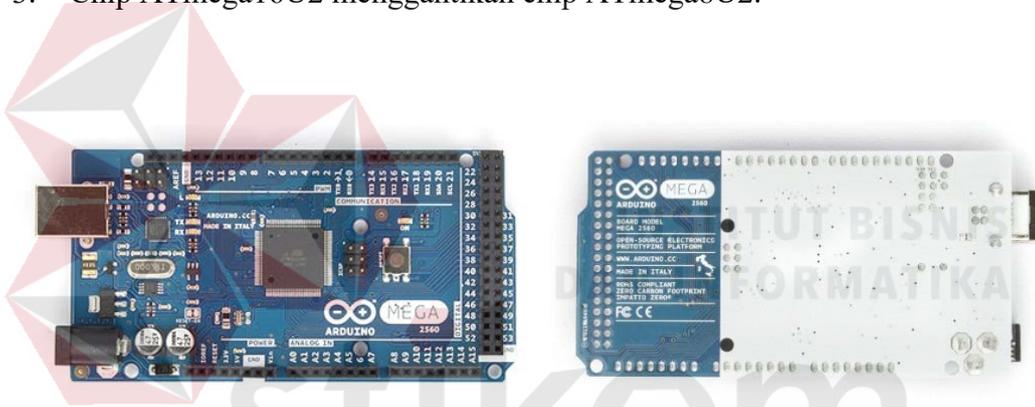
2.9.1 Arduino Mega

Arduino Mega2560 (Gambar 2.6) adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 (datasheet ATmega2560). Arduino Mega2560 memiliki 54 pin digital *input / output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin sebagai *input analog*, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler (Yuwono, 2015). Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau *power* yang dihubungkan dengan adaptor AC - DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya.

Arduino Mega2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega.

Arduino Mega2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan *chip driver* FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke *Ground*, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU. Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur - fitur baru berikut:

1. 1.0 pinout; Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan *shield* untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
2. Sirkuit RESET.
3. Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.



Gambar 2.6 Arduino Mega 2560 (Arduino.cc)

A. Ringkasan Spesifikasi

Dibawah ini Tabel 2.4 adalah spesifikasi sederhana dari Arduino Mega 2560 :

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasi	5V
<i>Input Voltage</i> (disarankan)	7-12V
<i>Input Voltage</i> (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 (yang 15 pin digunakan sebagai output PWM)
<i>Pins Input Analog</i>	16
Arus DC per pin I/O	40 Ma
Arus DC untuk pin 3.3V	50 Ma
<i>Flash Memory</i>	256 KB (8 KB digunakan untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 Hz

B. Memori

Arduino ATmega2560 memiliki 256 KB *flash memory* untuk menyimpan kode (yang 8 KB digunakan untuk *bootloader*), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

C. *Input* dan *Output*

Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega 2560 dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Arduino Mega beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (yang terputus secara *default*) sebesar 20-50 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- a. **Serial** : 0 (RX) dan 1 (TX); **Serial 1** : 19 (RX) dan 18 (TX); **Serial 2** : 17 (RX) dan 16 (TX); **Serial 3** : 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pins 0 dan 1 juga terhubung ke pin chip ATmega16U2 Serial USB-to-TTL.
- b. **Eksternal Interupsi** : Pin 2 (interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3), dan pin 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau berubah nilai.
- c. **SPI** : Pin 50 (MISO), pin 51 (MOSI), pin 52 (SCK), pin 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
- d. **LED** : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino ATmega2560. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam (OFF).
- e. **TWI** : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan *Wire*. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila.

Arduino Mega2560 memiliki 16 pin sebagai *analog input*, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* pin ini dapat diukur/diatur dari mulai Ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `AnalogReference()`.

Ada beberapa pin lainnya yang tersedia, antara lain:

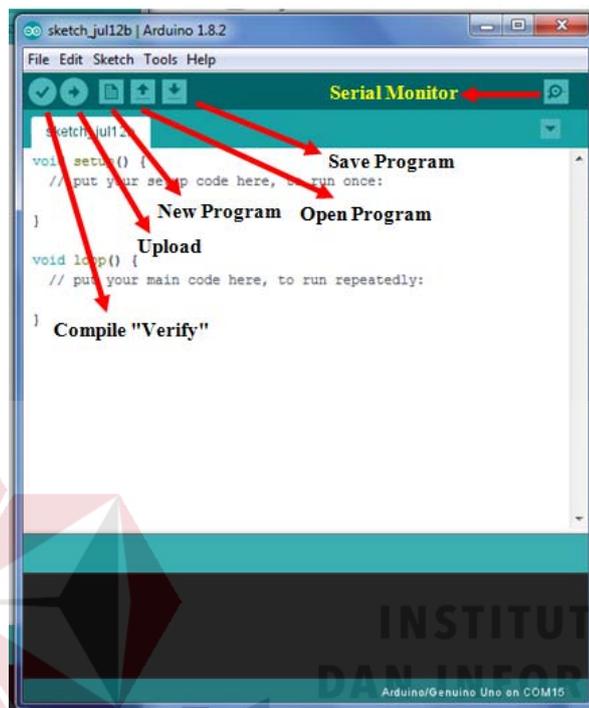
- a. **AREF** : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
- b. **RESET** : Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada shield yang menghalangi papan utama Arduino.

2.9.2 *Software Arduino IDE (Integrated Development Environment)*

Software Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang telah disiapkan oleh arduino bagi para perancang untuk melakukan berbagai proses yang berkaitan dengan pemrograman arduino. Perangkat lunak disediakan secara gratis dan bisa didapatkan secara langsung pada halaman resmi arduino yang bersifat open-source. Arduino IDE ini juga sudah mendukung berbagai sistem operasi populer saat ini seperti Windows, Mac, dan Linux. Arduino IDE terdiri dari:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. *Verify / Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *processing*, yang dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner.
3. Pengunggah, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori mikrokontroler di dalam papan Arduino.

Pada Gambar 2.7 terdapat *menu bar*, kemudian pada bawahnya terdapat bagian *toolbar*, dan sebuah area putih untuk *editing sketch*, area hitam dapat kita sebut sebagai *progress area*, dan paling bawah dapat kita sebut sebagai “*status bar*”.

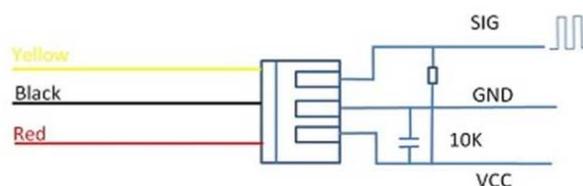


Gambar 2.7 Tampilan *Software* Arduino IDE

2.10 Sensor *Water Flow*

Water flow sensor ini terdiri atas katup plastik, rotor air, dan sebuah sensor *hall-effect*. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena efek Hall. Efek Hall ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada *divais* efek Hall yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi *divais* tersebut

disebut potensial *Hall*. Potensial *Hall* ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui *divais*. Kecepatan perubahan dengan tingkat yang berbeda aliran, sesuai sensor efek *hall output* sinyal pulsa. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5V dc dan Ground.



Gambar 2.8 Skematik Instalasi *Water Flow Sensor*



Gambar 2.9 *Water Flow Sensor*

Spesifikasi sensor :

- a. Bekerja pada tegangan 5V DC-24VDC.
- b. Arus maksimum saat ini 15 mA(DC5V).
- c. Berat sensor 43 gram.
- d. Tingkat aliran rentang 0,5~ 60L / menit.
- e. Suhu pengoperasian 0°C ~ 80°.
- f. Operasi kelembaban 35% ~ 90% RH.
- g. Operasi tekanan bawah 1.75Mpa.

- h. *Store temperature* $-25^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}$.
- i. *Store humidity* $25\% \sim 90\%\text{RH}$.

2.11 *Solenoid Valve* 12V

Solenoid valve merupakan kran otomatis dengan gerakan membuka atau menutup kran (*valve*) yang diatur oleh sistem kontrol. Mungkin banyak dari sering mendengar kata *solenoid valve*. Secara garis besar *solenoid valve* adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk membuka dan menutup *valve* / katup / kran secara otomatis. Kapan *solenoid valve* membuka dan menutup kran ini tergantung dari sensor yang menghubungkan sumber penggerak.

Sebenarnya *solenoid valve* merupakan bagian dari suatu sistem kontrol. Secara umum sistem kontrol dibagi menjadi 3 bagian :

1. Sensor yang merupakan alat untuk menerima sinyal dari sistem kontrol biasanya merupakan parameter yang akan diukur seperti temperatur, tekanan (*pressure*) dari media yang mau dikontrol.
2. *Controller* merupakan alat / bagian yang akan memberikan perintah *solenoid valve* atau kontrol *valve* untuk melakukan tindakan membuka dan menutup *valve* (kran).
3. Control *valve* atau *solenoid valve* yang merupakan bagian terakhir dari sistem kontrol untuk melakukan tindakan membuka atau menutup.

Sumber penggerak *solenoid valve* bermacam-macam bisa dengan udara yang biasa disebut *pneumatic*, listrik (*electric*) atau gabungan udara dan listrik (*pneumatic electric*). Di Indonesia istilah *solenoid valve* lebih mengacu kepada penggerak listrik makanya banyak yang menyebut dengan istilah kran elektrik

maupun kran otomatis. Oleh karena itu untuk istilah *solenoid valve* disini mengacu kepada penggerak elektrik.

Sumber penggerak elektrik untuk *solenoid valve* sendiri ada yang listrik AC (220 V, 110 V, 24V) dan listrik DC (12 V, 24 V). Sehubungan dengan prosentase bukaan *valve Solenoid valve* hanya bisa membuka *valve* 100% atau menutup *valve* 100%. Juga ada pilihan untuk tipe *Normally Open (NO)* dan *Normally Closed*. *Solenoid valve* dengan tipe *NO* artinya pada saat tidak ada penggerak elektrik posisi *valve* adalah membuka 100%. Sedangkan *solenoid valve* tipe *NC* artinya pada saat tidak ada penggerak elektrik maka posisi *valve*-nya adalah menutup 100%. (Utama, 2014)

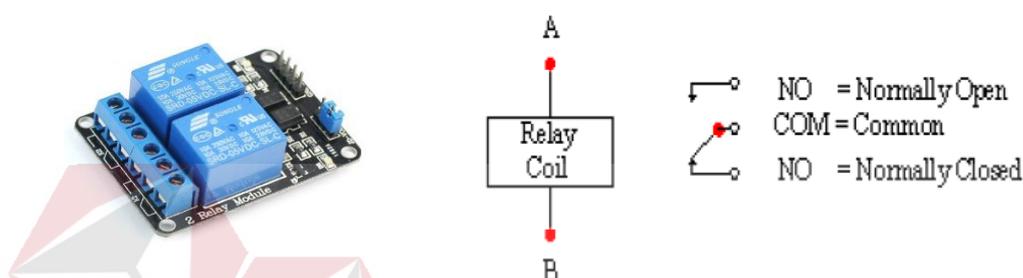


Gambar 2.10 *Solenoid Valve*

2.12 Relay

Relay (Gambar 2.11) merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar mekanik. Fungsi relay yaitu memisahkan rangkaian listrik tegangan tinggi dengan rangkain listrik tegangan rendah. Relay pada gambar 8 mempunyai lima buah kaki.

Dua kaki digunakan untuk mengaktifkan koil. Kedua kaki ini tidak boleh terbalik dalam pemasangannya. Tiga kaki lainnya berfungsi sebagai saklar yang terdiri dari kaki *Common* (COMM), kaki *Normally Open* (NO), dan kaki *Normally Closed* (NC). Dalam keadaan koil tidak dialiri arus listrik, kaki COMM akan terhubung ke kaki NC. Dalam keadaan koil dialiri arus listrik, kaki COMM akan terhubung dengan kaki NO (Langi, Wuwung, & Lumenta, 2014).



Gambar 2.11 Bentuk Fisik Dan Simbol Relay
(Langi, Wuwung, & Lumenta, 2014)

2.13 Motor DC 12V

Motor adalah suatu mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada umumnya motor arus searah terdiri dari tiga bagian utama yaitu:

1. Bagian yang diam disebut dengan *stator*.
2. Bagian yang berputar disebut dengan *rotor*.
3. *Komutator* dan sikat arang.

Stator merupakan magnet permanen yang melekat pada lingkaran paling luar. Sedangkan *rotor* yang berhimpit dengan *stator*. *Komutator* ikut berputar dengan rotor yang berfungsi sebagai pengatur *polaritas* tegangan yang masuk ke rotor agar motor tetap berputar.

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). (Elektronika T., 2012). Motor DC pada umumnya berputar searah jarum jam, tetapi dapat juga berputar berlawanan arah jarum jam. Pemasangan yang tidak sesuai antara terminal positif dan negatif dapat menyebabkan motor berputar berlawanan. Contoh gambar motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 Motor DC

Spesifikasi:

1. *Voltage*: 12.0 VDC.
2. *Output Speed*: 200 +/- 10% RPM.
3. *No-Load output current*: ≤ 50 mA.
4. *Rotation Output*: CW / CCW.
5. *Noise*: No Gear Noise.
6. *Stall output*: : Slip Gear, Broken Gear is no allowed.
7. *Output shaft of the axial clearance*: $\leq 0.1 \sim 0.3$ mm, *Horizontal clearance requirement* ≤ 0.05 .

BAB III

METODE PENELITIAN

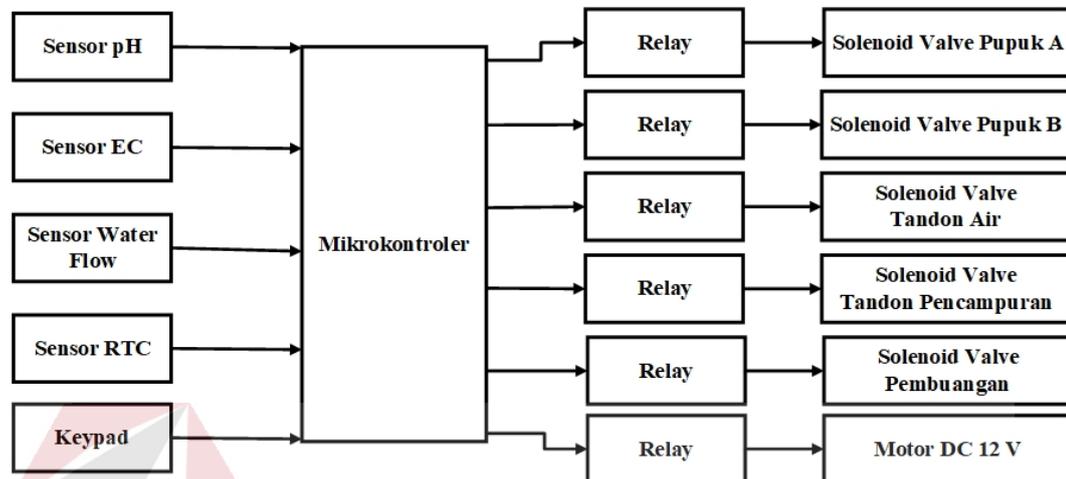
Metode penelitian yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah studi literatur berupa data - data dari masing - masing komponen, perancangan perangkat keras dan pembuatan program untuk membuat larutan nutrisi hidroponik tomat ceri.

Pada perancangan sistem terdapat sensor pH dan EC yang digunakan untuk menyesuaikan kadar EC pada larutan nutrisi, sedangkan sensor pH digunakan sebagai nilai ukur untuk pembuangan larutan nutrisi hidroponik. Terdapat empat buah output yaitu dua buah *Solenoid valve* 6 mm, tiga buah *Solenoid valve* 2 cm, satu buah motor DC 12 V. *Solenoid valve* 6 mm sebagai kran untuk mengatur aliran dari tandon pupuk A dan pupuk B, *Solenoid valve* 2 cm sebagai kran untuk mengatur aliran dari tandon air dan untuk mengalirkan nutrisi dari tandon pencampuran ke hidroponik, motor DC 12 V sebagai alat pengaduk pada saat proses pencampuran berlangsung pada tandon pencampur. Dengan adanya *output* ini maka aktuator akan berkoordinasi sehingga proses pencampuran dan pemberian nutrisi untuk hidroponik dapat terkontrol sesuai dengan input yang telah dideteksi oleh sensor.

Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai unit pengendali. Nilai pH dan EC yang telah dideteksi oleh sensor akan diproses pada Arduino Mega 2560, setelah itu Arduino Mega 2560 akan mengirimkan perintah pada komponen - komponen aktuator untuk mengeluarkan *output*-an sesuai *rule* program yang sudah terdapat pada Arduino Mega 2560.

3.1 Perancangan Sistem

Secara umum gambar Blok Diagram pada rancangan perangkat keras.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Tiap - tiap bagian dari diagram blok sistem pada Gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Input* pada Mikrokontroler :

- a. Sensor pH : Sensor ini berfungsi untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan dalam larutan air pada hidroponik.
- b. Sensor EC : Sensor ini berfungsi sebagai alat pengukur konduktivitas listrik dalam larutan nutrisi hidroponik.
- c. Sensor *Water flow* : Sebagai alat pengukur debit air secara otomatis untuk aliran nutrisi.
- d. Sensor RTC : Berfungsi untuk menginputkan data sesuai dengan waktu sekarang secara *real time*.

e. Sensor Keypad : Berfungsi untuk menginputkan data sesuai dengan angka pada keypad.

2. *Output* pada Mikrokontroler :

a. Relay : Sebagai saklar elektrik yang berguna untuk mengaktifkan atau memutus aliran listrik.

b. *Solenoid valve* Pupuk A : Sebagai kran otomatis dengan ukuran lubang 6 mm berfungsi untuk mengalirkan pupuk dari tandon pupuk A ke tandon pencampur.

c. *Solenoid valve* Pupuk B : Sebagai kran otomatis dengan ukuran lubang 6 mm berfungsi untuk mengalirkan pupuk dari tandon pupuk B ke tandon pencampur.

d. *Solenoid valve* Tandon Air : Sebagai kran otomatis dengan ukuran lebih besar yaitu 2 cm berfungsi untuk mengalirkan air dari tandon air ke tandon pencampur.

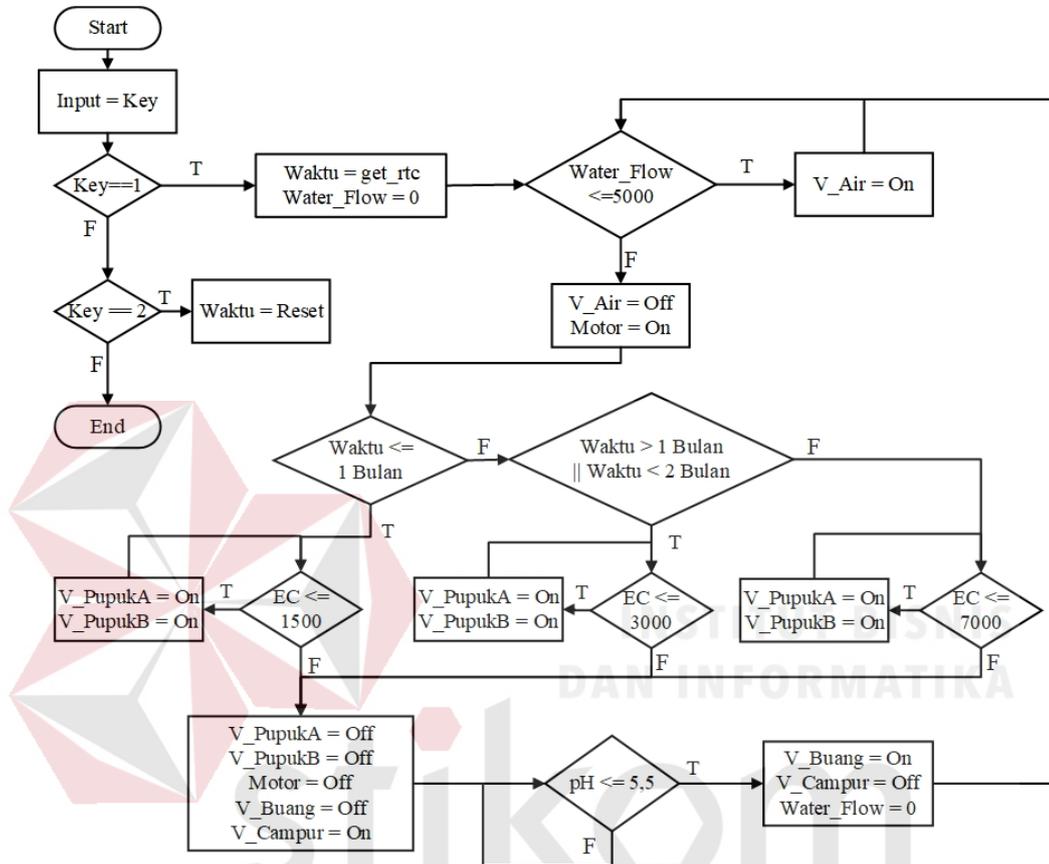
e. *Solenoid valve* Tandon Pencampur : Sebagai kran otomatis dengan ukuran 2 cm berfungsi untuk mengalirkan nutrisi dari tandon pencampur ke tanaman hidroponik.

f. *Solenoid valve* Pembuangan : Sebagai kran otomatis dengan ukuran 2 cm berfungsi untuk membuang larutan nutrisi yang ada pada tanaman hidroponik.

g. Motor DC 12 V : Berfungsi untuk pengaduk saat proses pencampuran nutrisi dengan air pada tandon pencampur agar nutrisi tercampur rata.

3.2 Flowchart Sistem Nutrisi Hidroponik

Untuk dapat menuju pada sistem otomatis tandon nutrisi hidroponik diperlukan beberapa tahapan seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Flowchart Sistem Nutrisi Hidroponik

Proses *Flowchart* di atas adalah sebagai berikut :

- Inisialisasi port modul dengan *input* Keypad.
- Jika keypad 1 di tekan maka program akan memulai sistem otomatis untuk tandon nutrisi hidroponik.
- Mikro akan menyimpan data dari RTC ke variabel waktu dan memberikan nilai awal *water flow* dengan nilai 0.

- d. Jika nilai sensor *water flow* masih kurang dari *setpoint* (5000) maka *valve* untuk tandon air akan terbuka sampai nilai *setpoint* terpenuhi. Apabila sudah terpenuhi maka *valve* tandon air akan di tutup dan motor pengaduk di nyalakan.
- e. Data RTC yang tersimpan pada variabel waktu akan dibandingkan untuk menentukan nilai EC yang akan di buat pada larutan nutrisi sesuai dengan masa tanam pada hidroponik.
- f. Jika masa tanam masih kurang dari atau sama dengan 1 bulan maka nilai EC yang akan menjadi *setpoint* adalah 1500, maka *Valve* Pupuk A dan Pupuk B akan di buka sampai nilai *setpoint* EC dan akan ditutup kembali jika sudah nilai sudah terpenuhi.
- g. Jika masa tanam masih lebih dari 1 bulan atau kurang dari 2 bulan maka nilai EC yang akan menjadi *setpoint* adalah 3500, maka *Valve* Pupuk A dan Pupuk B akan di buka sampai nilai *setpoint* EC dan akan ditutup kembali jika sudah nilai sudah terpenuhi.
- h. Jika masa tanam masih lebih dari atau sama dengan 2 bulan maka nilai EC yang akan menjadi *setpoint* adalah 7000, maka *Valve* Pupuk A dan Pupuk B akan di buka sampai nilai *setpoint* EC dan akan ditutup kembali jika sudah nilai sudah terpenuhi.
- i. Larutan nutrisi yang sudah dibuat pada tandon pencampur sesuai dengan *setpoint* dan umur tanaman akan di alirkan ke tanaman hidroponik dengan membuka *valve* pencampuran, mematikan motor pengaduk dan menutup *valve* buang agar larutan nutrisi tidak terbuang melalui *valve* buang.
- j. Ketika semua larutan dari tandon pencampur dialirkan ke hidroponik maka

sensor pH akan mulai mendeteksi nilai pH pada larutan nutrisi, apabila masih lebih dari *setpoint* 5,5 larutan nutrisi akan tetap pada hidroponik. Tapi jika nilai pH kurang dari 5,5 maka *valve* pembuangan akan dibuka untuk membuang larutan nutrisi dan menutup *valve* pencampuran dan sistem akan mengulangi program dari awal *setpoint water flow* dengan memberi nilai 0.

- k. Jika keypad 2 ditekan maka program akan mereset nilai yang tersimpan pada variabel waktu untuk memulai kembali masa tanam.
- l. Apabila keypad tidak ditekan maka program selesai.

3.3 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pada sistem akan diuji pada setiap sensor untuk mengetahui apakah sensor berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan pada keseluruhan komponen dengan mengabungkan antara perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian dilakukan dengan memberikan program pada sensor – sensor yang akan diuji.

3.3.1 Pengujian Arduino Mega 2560

Pada pengujian Arduino Mega 2560, melakukan dengan memasukkan program perintah sederhana kedalam Arduino dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Arduino dan program yang baik dapat mengeksekusi dengan hasil yang baik. Tujuan melakukan pengujian ini apakah pada Arduino yang digunakan pada penelitian tidak mengalami kerusakan dan kegagalan pada saat mengeksekusi program. Sehingga pada saat Arduino digunakan dapat berjalan dengan baik dan lancar. Berikut alat yang dibutuhkan pada pengujian, antara lain :

- a. *PC (Personal Computer) / Laptop.*
- b. *Arduino Mega 2560.*
- c. *Kabel USB.*
- d. *Software Arduino IDE.*

Berikut ini langkah-langkah pada prosedur pengujian Arduino Mega 2560, sebagai berikut :

- a. Menghidupkan *PC / laptop.*
- b. Menyambungkan *PC / laptop* pada *Arduino Mega 2560* dengan menggunakan kabel *usb.*
- c. Membuka *software* *Arduino IDE* pada *PC / Laptop.* Program perintah dalam bahasa *C* pada *Arduino IDE.* Berikut contoh program pada *Arduino IDE:*

```
int cek;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Arduino Tes");
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  Serial.print("Data ke= ");
  Serial.println(cek);
  delay(1000);
  cek++;
}
```

- d. Setelah selesai mengetikkan program perintah maka pada tekan *icon* berbentuk centang "*Verify*" untuk mengecek apakah terdapat kesalahan pada perintah program yang telah dibuat. Program dicek dalam bahasa *C.* Selanjutnya mengkonfigurasi *board* dengan memilih *Arduino Mega 2560* pada kolom "*Tools*", lalu mengkonfigurasi *port* *arduino* yang terdeteksi oleh komputer / *PC.* Berikut

tekan *icon* berbentuk arah kekanan / "*Upload*" untuk meng-*upload* program kedalam Arduino Mega 2560.

- e. Apabila program telah berhasil di-*upload*, maka tekan *icon* "*Serial Monitor*" pada kekanan atas. Maka akan tampil jendela yang berisikan hasil dari *serial* yang dicetak. Mengamati hasil yang dilakukan oleh Arduino Mega 2560 pada Gambar 4.2.

3.3.2 Pengujian Sensor *Water Flow*

Pengujian ini merupakan pengambilan data dan hasil pembacaan sensor *water flow*. Hasil dari pengujian berupa nilai pulse yang di konversi untuk menentukan jumlah debit air yang mengalir dari tandon air ke tandon pencampuran. Jadi *output* dari sensor ini berupa pulse debit air dan jumlah liter / menit. Berikut alat yang dibutuhkan pada pengujian, antara lain :

- a. *PC (Personal Computer) / Laptop*.
- b. Arduino Mega 2560.
- c. Kabel USB.
- d. Kabel *Jumper*.
- e. Sensor *Water flow*.
- f. *Software* Arduino IDE.

Berikut ini langkah - langkah pada prosedur pengujian sensor *water flow*, sebagai berikut :

- a. Menghubungkan antara probe sensor dengan modul EC ke pin *pwm*, *power* dan *ground* sesuaikan dengan *direction*-nya pada Arduino Mega 2560 menggunakan kabel *jumper*.
- b. Menghidupkan PC / laptop.

- c. Menyambungkan PC / laptop pada Arduino Mega 2560 melalui kabel *usb*.
- d. Membuka *software* Arduino IDE pada PC / Laptop. Isi program perintah dalam

bahasa C pada Arduino IDE. Berikut program pada Arduino IDE :

```
#define indikator 13
#define sensorInt 0
#define flowsensor 2
#define SensorPin 0

float konstanta = 4.1; //(Konstanta flow meter)
volatile byte pulsecount;
float debit;
int waktu;
unsigned int flowmlt;
unsigned long totalmlt;
unsigned long oldTime;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  pinMode(indikator, OUTPUT);
  digitalWrite(indikator, HIGH);
  pinMode(flowsensor, INPUT);
  digitalWrite(flowsensor, HIGH);

  pulsecount = 0;
  debit = 0.0;
  flowmlt = 0;
  totalmlt = 0;
  oldTime = 0;
  attachInterrupt(sensorInt, pulsecounter, FALLING);
}

void loop()
{
  if((millis() - oldTime) > 1000)
  {
    detachInterrupt(sensorInt);
```

```

debit = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulsecount) /
konstanta;
oldTime = millis();
flowmlt = (debit / 60) * 1000;
totalmlt += flowmlt;

unsigned int frac;
Serial.print("Debit air: ");
Serial.print(int(debit));
Serial.print("L/min");
Serial.print("\t");
Serial.print(totalmlt);
Serial.println(" ");

```

```

pulsecount = 0;
attachInterrupt(sensorInt, pulsecounter, FALLING);
}
}
void pulsecounter()
{
pulsecount++;
}

```

- e. Setelah selesai menekan *icon "Verify"* pada *toolbars*, jika tidak terdapat kesalahan pada *syntax* maka melakukan *upload* pada program yang telah dibuat. Jika sudah selesai maka tekan *icon "Serial Monitor"*.
- f. Pada jendela *serial monitor* akan menampilkan hasil dari program yang telah di-*upload*.
- g. Mengamati hasil nilai *pulse* yang terbaca oleh sensor yang ditampilkan oleh jendela *serial monitor*.

3.3.3 Pengujian Sensor RTC

Sensor RTC ini digunakan untuk menentukan kondisi jam, menit, detik, tahun, bulan, dan hari sesuai dengan kondisi aslinya. Sensor ini dapat menentukan

waktu dan menampilkan pada jendela *serial monitor* yang menunjukkan kondisi waktu secara (*real time*). Pengujian ini bertujuan untuk melihat kinerja sensor RTC apakah dapat menampilkan waktu secara *real time*, supaya bisa di gunakan sebagai penanda waktu tanam hidroponik. Berikut alat yang dibutuhkan pada pengujian, antara lain :

- a. *PC (Personal Computer) / Laptop.*
- b. *Arduino Mega 2560.*
- c. *Sensor RTC.*
- d. *Kabel USB.*
- e. *Kabel Jumper.*
- f. *Software Arduino IDE.*

Berikut ini langkah - langkah pada prosedur pengujian sensor modul pH, sebagai berikut :

- a. Menghubungkan antara sensor RTC ke pin data *SDA, SCL, power* dan *ground* sesuaikan dengan *direction*-nya pada *Arduino Mega 2560* menggunakan kabel *jumper*.
- b. Menghidupkan *PC / laptop*.
- c. Menyambungkan *Arduino Mega 2560* pada *PC / laptop* dengan menggunakan kabel *usb*.
- d. Membuka *software Arduino IDE* pada *PC / laptop*. Isi program perintah untuk sensor RTC dalam bahasa C pada *Arduino IDE*. Berikut program pada *Arduino IDE* :

```
#include <DS3231.h>
```

```
DS3231 rtc(SDA, SCL);
```

```
Time waktu;
```

```
int hh, mm, ss, dd, bb, yy;
String Day= " ";

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  rtc.begin();
}

void loop()
{
  //ambil data hari
  Day =rtc.getDOWStr(FORMAT_LONG);

  //ambil data waktu
  waktu = rtc.getTime();
  hh = waktu.hour;
  mm = waktu.min;
  ss = waktu.sec;
  dd = waktu.date;
  bb = waktu.mon;
  yy = waktu.year;

  //Tampilan
  Serial.print(Day);
  Serial.print(',');
  Serial.print(dd);
  Serial.print('/');
  Serial.print(bb);
  Serial.print('/');
  Serial.print(yy);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(hh);
  Serial.print(':');
  Serial.print(mm);
  Serial.print(':');
  Serial.println(ss);
  delay(1000);
delay(1000);
```

INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

- }
- e. Setelah selesai tekan *icon "Verify"* pada *toolbars*, jika tidak terdapat kesalahan pada *syntax* maka melakukan *upload* pada program yang telah dibuat. Jika sudah selesai maka tekan *icon "Serial Monitor"*.
 - f. Pada jendela *serial monitor* akan menampilkan hasil dari program yang telah di-*upload*.
 - g. Mengamati hasil waktu *rtc* yang terbaca oleh sensor yang ditampilkan oleh jendela *serial monitor*.

3.3.4 Pengujian Sensor EC

Sensor modul EC digunakan sebagai pendeteksi konduktivitas elektro atau daya hantar listrik suatu larutan yang dipengaruhi oleh kepekatan pada larutan tersebut. Pada pengujian ini menggunakan Arduino Mega 2560 diberikan program perintah yang dapat membaca sensor modul EC agar dapat mengetahui nilai kepekatan yang ada pada larutan nutrisi.

Pengujian ini bertujuan untuk melihat kinerja sensor modul EC apakah dapat mendeteksi nilai EC pada suatu larutan nutrisi untuk mengetahui tingkat kepekatan sesuai yang dibutuhkan tanaman. Berikut alat yang dibutuhkan pada pengujian, antara lain :

- a. PC (*Personal Computer*) / Laptop.
- b. Arduino Mega 2560.
- c. Kabel USB.
- d. Kabel *Jumper*.
- e. Sensor module EC.
- f. Larutan EC *Buffer*.

g. *Software* Arduino IDE.

Berikut ini langkah - langkah pada prosedur pengujian sensor modul EC, sebagai berikut :

- a. Menghubungkan antara probe sensor dengan modul EC ke pin data *Rx*, *Tx*, *power* dan *ground* sesuaikan dengan *direction*-nya pada Arduino Mega 2560 menggunakan kabel *jumper*.
- b. Menghidupkan PC / laptop.
- c. Menyambungkan PC / laptop pada Arduino Mega 2560 melalui kabel *usb*.
- d. Membuka *software* Arduino IDE pada PC / Laptop. Isi program perintah dalam

bahasa C pada Arduino IDE. Berikut program pada Arduino IDE :

```
String inputstring = "";
String sensorstring = "";
boolean input_string_complete = false;
boolean sensor_string_complete = false;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial3.begin(9600);
  inputstring.reserve(10);
  sensorstring.reserve(30);
}

void serialEvent() {
  inputstring = Serial.readStringUntil(13);
  input_string_complete = true;
}

void serialEvent3() {
  sensorstring = Serial3.readStringUntil(13);
  sensor_string_complete = true;
}

void loop() {
  if (input_string_complete == true) {
    Serial3.print(inputstring);
    Serial3.print('\r');
  }
}
```

```
    inputstring = "";
    input_string_complete = false;
}
if (sensor_string_complete == true) {
    if (isdigit(sensorstring[0]) == false) {
        Serial.println(sensorstring);
    }
    else
    {
        print_EC_data();
    }
    sensorstring = "";
    sensor_string_complete = false;
}
}

void print_EC_data(void) {
    char sensorstring_array[30];
    char *EC;
    char *TDS;
    char *SAL;
    char *GRAV;

    sensorstring.toCharArray(sensorstring_array, 30);
    EC = strtok(sensorstring_array, ",");
    TDS = strtok(NULL, ",");
    SAL = strtok(NULL, ",");
    GRAV = strtok(NULL, ",");

    Serial.print("EC:");
    Serial.println(EC);

    Serial.print("TDS:");
    Serial.println(TDS);

    Serial.print("SAL:");
    Serial.println(SAL);

    Serial.print("GRAV:");
    Serial.println(GRAV);
```

```

    Serial.println();
}

```

- e. Setelah selesai tekan *icon "Verify"* pada *toolbars*, jika tidak ada kesalahan pada *syntax* maka melakukan *upload* pada program yang telah dibuat . Jika telah selesai maka tekan *icon "Serial Monitor"*.
- f. Jendela *serial monitor* akan tampil. Mengamati hasil nilai sensor EC yang terbaca di jendela *serial monitor* pada saat sensor di masukkan ke dalam larutan EC *buffer*.

3.3.5 Pengujian dan Kalibrasi Sensor pH

Sensor modul pH digunakan sebagai pendeteksi kadar keasaman dan kebasaan pada suatu cairan dan larutan. Sensor ini dapat menghasilkan nilai dan menampilkan pada jendela *serial monitor* yang menunjukkan kadar pH pada suatu cairan. Pengujian ini bertujuan untuk melihat kinerja sensor modul pH apakah dapat mendeteksi nilai pH pada suatu larutan nutrisi termasuk ke dalam larutan asam atau basa. Berikut alat yang dibutuhkan pada pengujian, antara lain :

- a. *PC (Personal Computer) / Laptop*.
- b. Arduino Mega 2560.
- c. Sensor Modul pH.
- d. Larutan pH *Buffer*.
- e. Kabel USB.
- f. Kabel *Jumper*.
- g. *Software* Arduino IDE.

Berikut ini langkah - langkah pada prosedur pengujian sensor modul pH, sebagai berikut :

- a. Menghubungkan antara probe sensor dengan modul pH ke pin data *analog*, *power*

dan *ground* sesuaikan dengan *direction*-nya pada Arduino Mega 2560 menggunakan kabel *jumper*.

- b. Menghidupkan PC / laptop.
- c. Menyambungkan Arduino Mega 2560 pada PC / laptop dengan menggunakan kabel *usb*.
- d. Buka *software* Arduino IDE pada PC / laptop. Isi program perintah untuk sensor pH dalam bahasa C pada Arduino IDE. Berikut program pada Arduino IDE :

```
#define SensorPin 0           //Arduino Analog Input 0
int inp;
float volt,pH;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    inp = analogRead(SensorPin);
    volt = inp*5.0/1024;
    pH = (2.23*volt)-2.1; // Data Kalibrasi
    Serial.print(inp);
    Serial.print("\t");
    Serial.print(volt);
    Serial.print("\t");
    Serial.print(pH);
    Serial.print("\t");
    Serial.println(" ");
    delay(1000);
}
```

- e. Setelah selesai menekan *icon "Verify"* pada *toolbars*, jika tidak terdapat kesalahan pada *syntax* maka melakukan *upload* pada program yang telah dibuat. Jika sudah selesai maka tekan *icon "Serial Monitor"*.

- f. Pada jendela *serial monitor* akan menampilkan hasil dari program yang telah di-*upload*.
- g. Memasukkan sensor pada 2 larutan pH *buffer* yang berbeda nilai untuk mengamati apakah nilai pH sudah sesuai.
- h. Mengamati hasil nilai pH yang terbaca oleh sensor yang ditampilkan pada jendela *serial monitor*.
- i. Jika nilai pH tidak sesuai dengan nilai *buffer* maka harus melakukan kalibrasi dengan mempertimbangkan kestabilan tegangan, dilakukan untuk membuat persamaan linier pada pembacaan sensor pH :

$$pH = (2,23 * volt) - 2,1$$

dimana variabel *volt* merupakan tegangan masukan yang akan dikalikan dengan konstanta 2,23, setelah itu dikurangi dengan 2,1. Nilai konstanta ini didapatkan dari uji coba sensor pada dua buah larutan pH *buffer* yang berbeda nilai.

3.3.6 Pengujian Otomasi Sistem

Pengujian ini merupakan hasil pengambilan data pada otomasi sistem yang telah dirancang. Mengolah input serta diproses melalui Arduino Mega 2560 untuk menghasilkan sebuah output yang dapat mengatur proses pencampuran antara air dan pupuk AB Mix agar menjadi larutan nutrisi tanaman tomat ceri hidroponik.

Tujuan dari pengujian ini sensor dapat mengontrol nilai EC pada larutan nutrisi untuk hidroponik serta dapat mengontrol nilai pH untuk proses pembuangan nutrisi pada otomasi sistem hidroponik yang dirancang. Dengan pengambilan data dan kalibrasi sensor di harapkan dapat menjaga kondisi larutan

nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman tomat ceri hidroponik secara otomatis pada sistem. Berikut alat yang dibutuhkan pada pengujian, antara lain :

- a. *PC (Personal Computer) / Laptop.*
- b. *Arduino Mega 2560.*
- c. *Kabel USB.*
- d. *Kabel Jumper.*
- e. *Sensor pH.*
- f. *Sensor EC.*
- g. *Sensor Water flow.*
- h. *Sensor module RTC.*
- i. *Keypad.*
- j. *Motor DC 12V.*
- k. *Solenoid valve 12V.*
- l. *Modul Relay.*
- m. *Software Arduino IDE.*

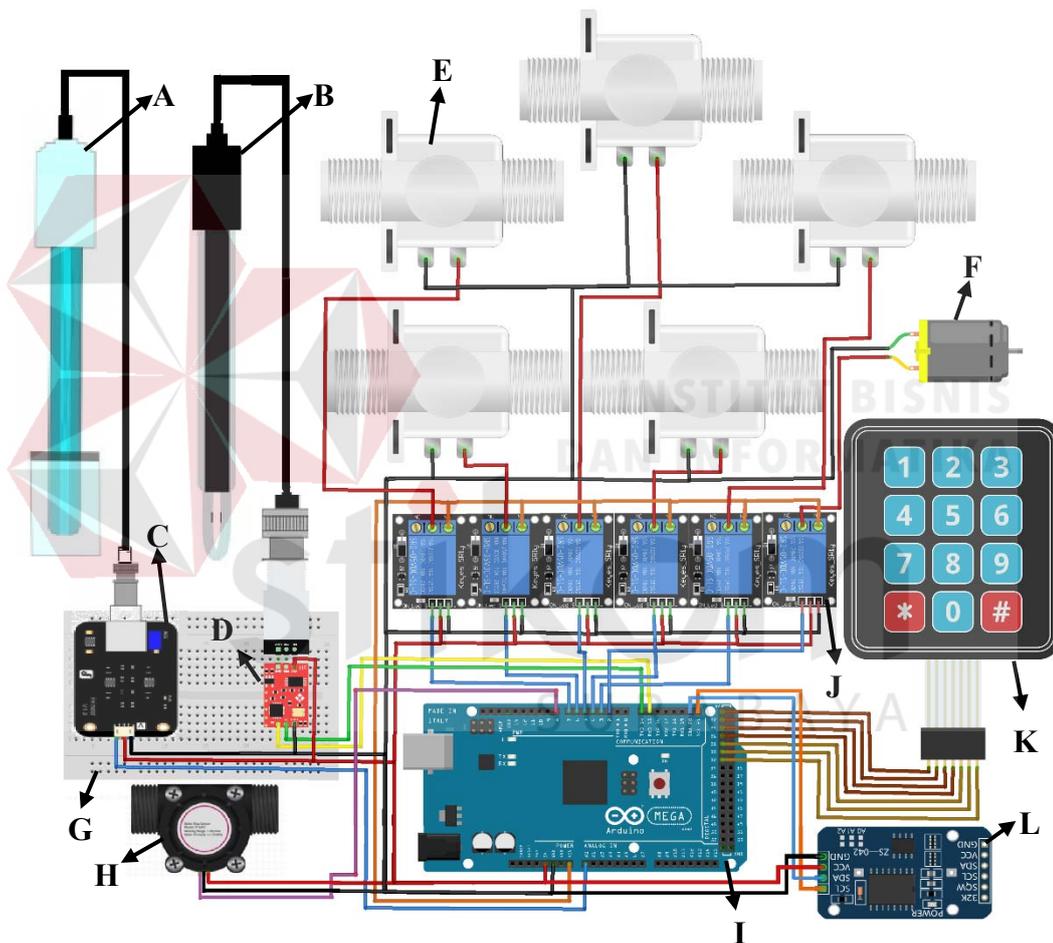
Berikut ini langkah-langkah pada prosedur pengujian otomatisasi sistem, sebagai berikut :

- a. Menghubungkan pin komponen ke pin Arduino Mega 2560 menggunakan kabel *jumper* sesuai dengan *direction* pin-pinnya.
- b. Menghidupkan PC / laptop.
- c. Menyambungkan PC / laptop pada Arduino Mega 2560 menggunakan kabel *usb*.
- d. Membuka *software* Arduino IDE pada PC / Laptop. Isi program perintah pada Arduino IDE dan *upload* program. Program perintah terdapat pada LAMPIRAN 1.
- e. Setelah selesai tekan *icon "Verify"* pada *toolbars*, jika tidak terdapat kesalahan

pada *syntax* maka melakukan *upload* pada program yang telah dibuat. Jika sudah selesai maka tekan *icon "Serial Monitor"*.

- f. Pada jendela *serial monitor* akan menampilkan hasil dari program yang telah di-*upload*.

3.4 Rangkaian pada Otomasi Sistem



Gambar 3.3 Rangkaian Otomasi Sistem

Keterangan pada Gambar 3.3, sebagai berikut :

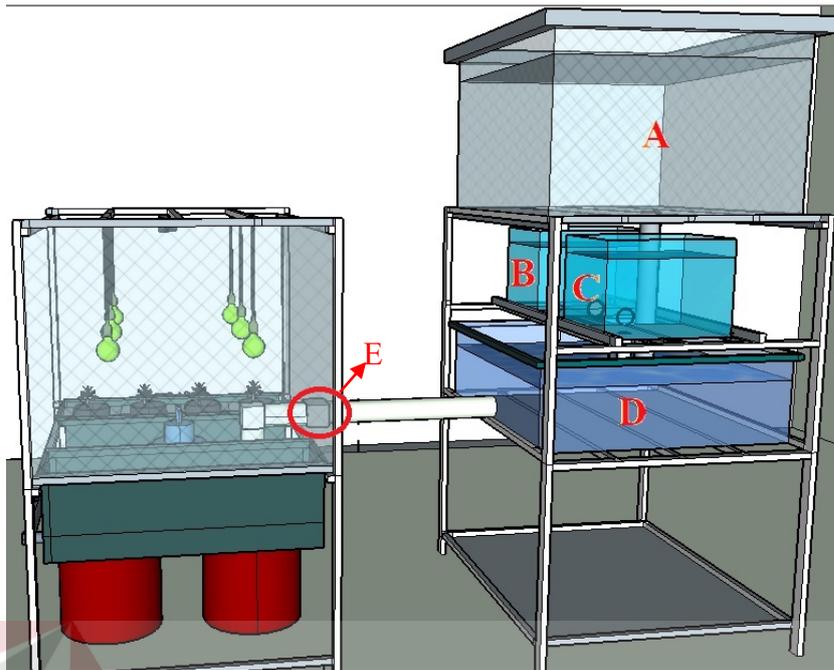
- A. Probe Sensor pH.
- B. Probe Sensor EC.

- C. Module Sensor pH.
- D. Module Sensor EC.
- E. *Solenoid valve*.
- F. Motor DC 12V.
- G. *Project Board*.
- H. Sensor *Water flow*.
- I. Arduino Mega 2560.
- J. Module Relay.
- K. Keypad.
- L. Module Sensor RTC.

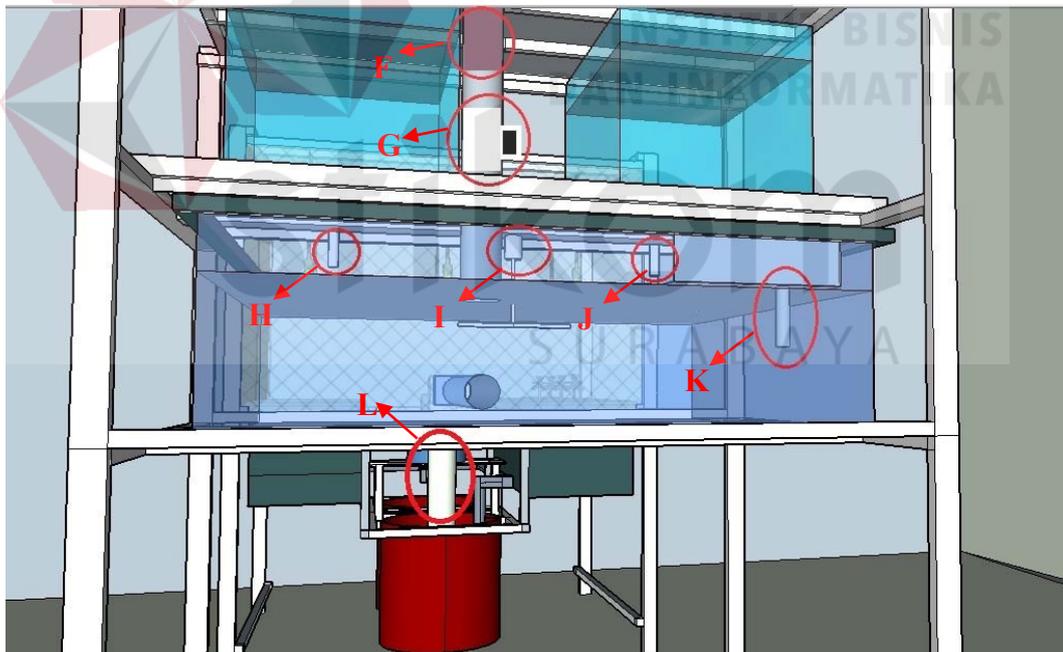
Pada Gambar 3.3 adalah rangkaian sistem yang mana akan dipasang pada rancang bangun tandon nutrisi otomatis hidroponik. Sebagai pusat kendali menggunakan Arduino Mega 2560, sedangkan *input* terdapat modul sensor pH, EC, *Water flow*, RTC, dan Keypad serta terdapat hasil keluaran yang memerintah aktuator berupa *Solenoid valve* dan Motor DC 12V, dan enam buah relay yang akan menghidupkan serta mematikan *Solenoid valve* dan motor.

3.4.1 Model Perancangan

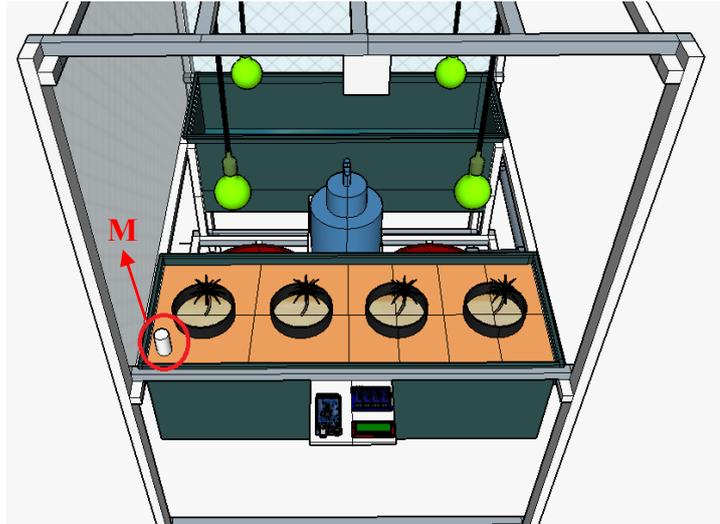
1. Berikut ini desain rancang otomatis sistem hidroponik pada Gambar 3.4 - Gambar 3.6.



Gambar 3.4 Desain Otomasi Sistem Hidroponik Tampak Keseluruhan

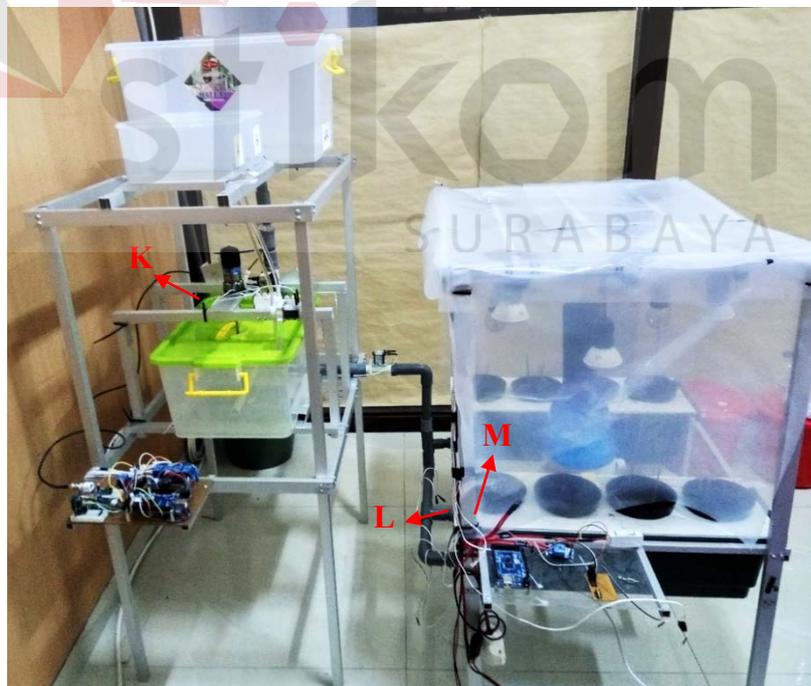


Gambar 3.5 Desain Otomasi Sistem Hidroponik Tampak Belakang

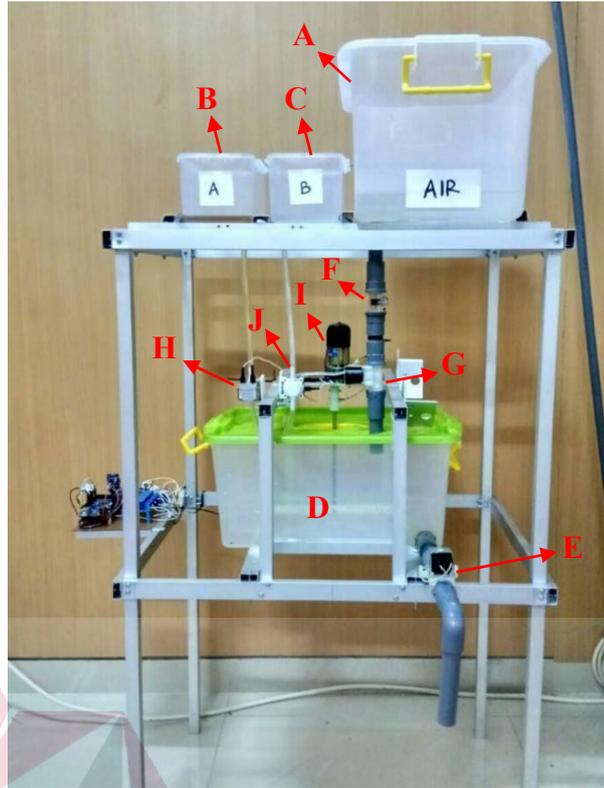


Gambar 3.6 Desain Otomasi Sistem Hidroponik Sensor pH

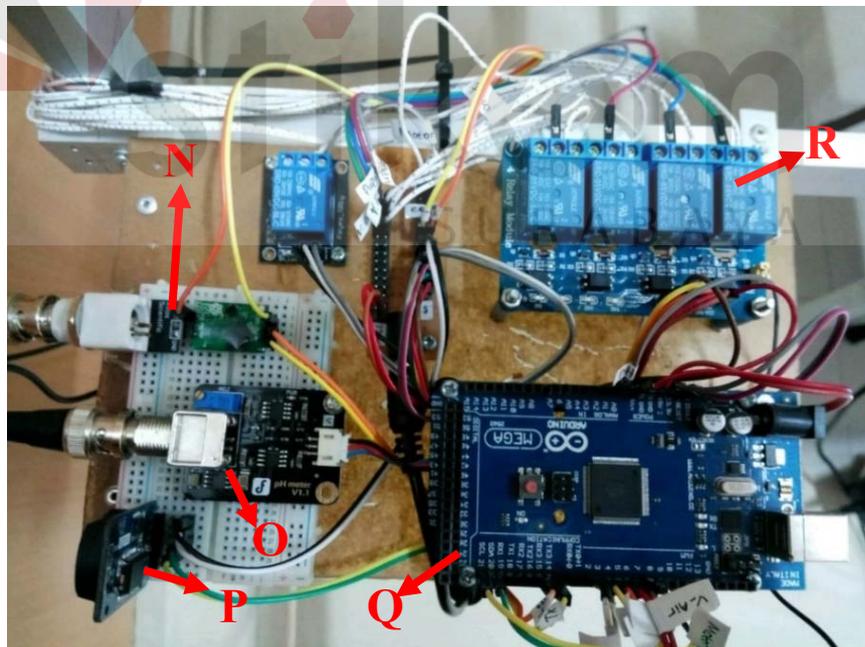
2. Berikut ini hasil rancang otomasi sistem hidroponik pada Gambar 3.7 dan Gambar 3.9.



Gambar 3.7 Rancang Otomasi Sistem Hidroponik Tampak Keseluruhan



Gambar 3.8 Rancang Otomasi Sistem Hidroponik Tandon Nutrisi



Gambar 3.9 Rancangan Elektronika Tandon Nutrisi

3. Keterangan pada Gambar 3.4 sampai dengan Gambar 3.9 :

- A. Tandon Air.
- B. Tandon Pupuk A.
- C. Tandon Pupuk B.
- D. Tandon Pencampuran Nutrisi.
- E. *Solenoid valve* Pencampuran.
- F. Sensor *Water flow*.
- G. *Solenoid valve* Tandon Air.
- H. *Solenoid valve* Tandon Pupuk A.
- I. Motor Pengaduk.
- J. *Solenoid valve* Tandon Pupuk B.
- K. Probe Sensor EC.
- L. *Solenoid valve* Pembuangan.
- M. Probe Sensor pH.
- N. Modul Sensor EC.
- O. Modul Sensor pH.
- P. Sensor RTC.
- Q. Arduino Mega 2560.
- R. Modul Relay.

3.4.2 Ukuran Dimensi Rancang Bangun Tandon Nutrisi Hidroponik

Pada saat setelah pemasangan komponen telah dilakukan maka dihasilkan dimensi dari rancang bangun, berikut ukuran tersebut :

- 1. Panjang Rancang bangun :63 cm.

2. Lebar rancang bangun : 46 cm.
3. Tinggi rancang bangun : 100 cm.
4. Luas rancang bangun : 289,8 cm^3 .

3.5 Struktur Material Rancang Bangun Hidroponik

Dalam penelitian ini bahan material yang digunakan sebagai berikut :

A. Bagian rancang bangun tandon nutrisi hidroponik

1. Aluminium.
2. Baut, Mur dan *Ring*.
3. Box 25 Liter.
4. Box 15 Liter.
5. Box 0,9 Liter.
6. Pipa *PVC*.
7. Selang 2 mm.
8. Lem Araldit.
9. As Besi 6 mm.
10. Akrilik.

B. Bagian Elektro

1. Arduino Mega 2560.
2. Modul Sensor EC.
3. Modul Sensor pH.
4. Sensor *Water Flow*.
5. Modul Sensor RTC.

6. Keypad.
7. *Project Board*.
8. Modul Relay.
9. Motor DC.
10. *Solenoid valve* 6 mm.
11. *Solenoid valve* 2 cm.
12. Adaptor 12 V.



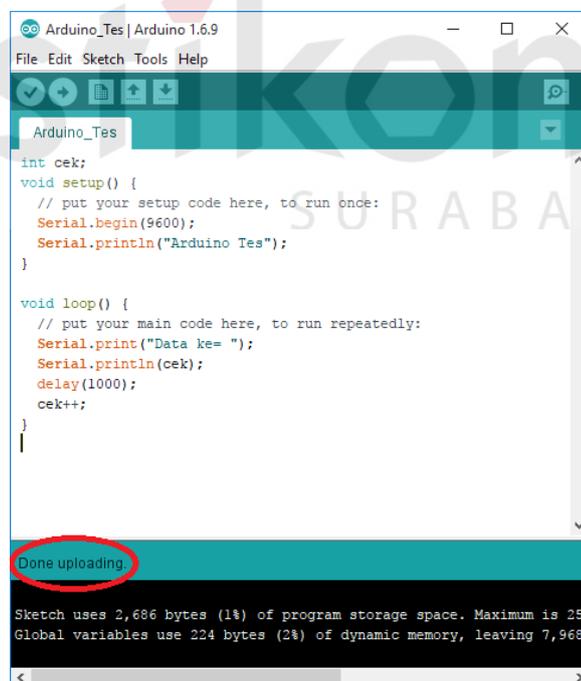
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil serta pembahasan pada pengujian otomasi yang telah dibuat penulis pada sistem pencampuran larutan nutrisi hidroponik yang berupa perangkat keras dan perangkat lunak.

4.1 Hasil Pengujian Arduino Mega 2560

Pengujian program pada Arduino Mega 2560 dengan *software* Arduino IDE dapat dilihat pada lingkaran berwarna merah di Gambar 4.1 bertuliskan "*Done Uploading*", yang menkan bahwa program yang ditulis telah benar dan berhasil di-*upload* pada Arduino Mega 2560.



```
Arduino_Tes | Arduino 1.6.9
File Edit Sketch Tools Help
Arduino_Tes
int cek;
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Arduino Tes");
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  Serial.print("Data ke= ");
  Serial.println(cek);
  delay(1000);
  cek++;
}

Done uploading.

Sketch uses 2,686 bytes (1%) of program storage space. Maximum is 256,000 bytes.
Global variables use 224 bytes (2%) of dynamic memory, leaving 7,968 bytes free.
```

Gambar 4.1 *Upload* Berhasil Pada Arduino IDE

Program yang dimasukkan kedalam Arduino Mega 2560 merupakan program untuk mengirimkan data menggunakan *port serial*. Proses pengiriman pada Arduino Mega 2560 harus terhubung dahulu dengan USB PC agar dapat menerima data yang dikirim melalui menu *serial monitor* pada *software* Arduino IDE. Hasil dari *serial monitor* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Dari *Serial Monitor*

Pada Gambar 4.2, menunjukkan bahwa data yang dikirim pada *serial monitor* sesuai dengan program perintah yang dibuat dan di-*upload* pada Arduino Mega 2560. Dengan begitu Arduino Mega 2560 ini dapat bekerja dengan baik dan dapat digunakan dalam pembuatan sistem.

4.2 Hasil Pengujian Aktuator Sensor *Water Flow*

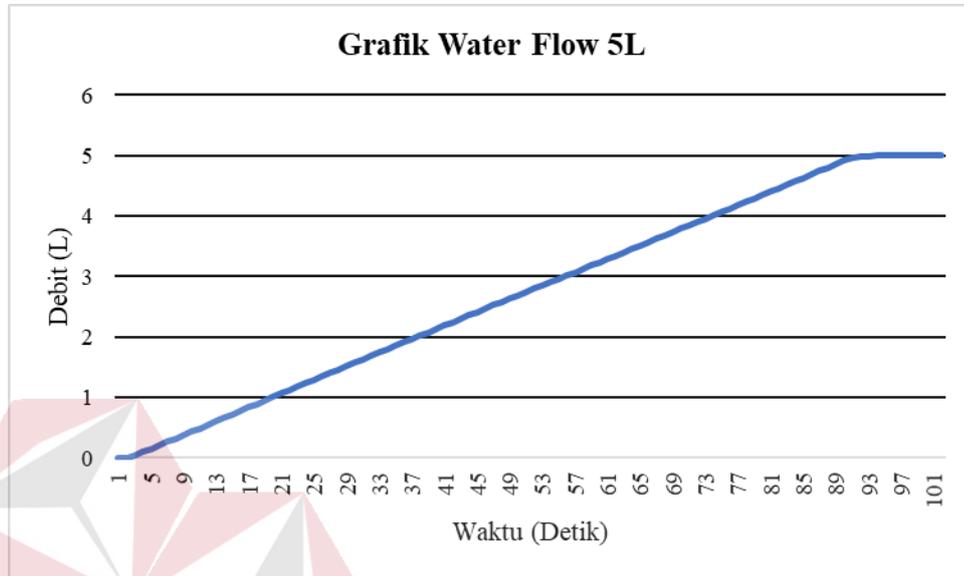
Pada pengujian ini data diambil dari sensor *water flow* dengan jumlah debit 3 liter/menit. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *setpoint* 5 liter dan 8 liter air, jika *setpoint* sudah tercapai maka *solenoid valve* akan menutup aliran air secara otomatis.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pada Sensor *Water Flow*

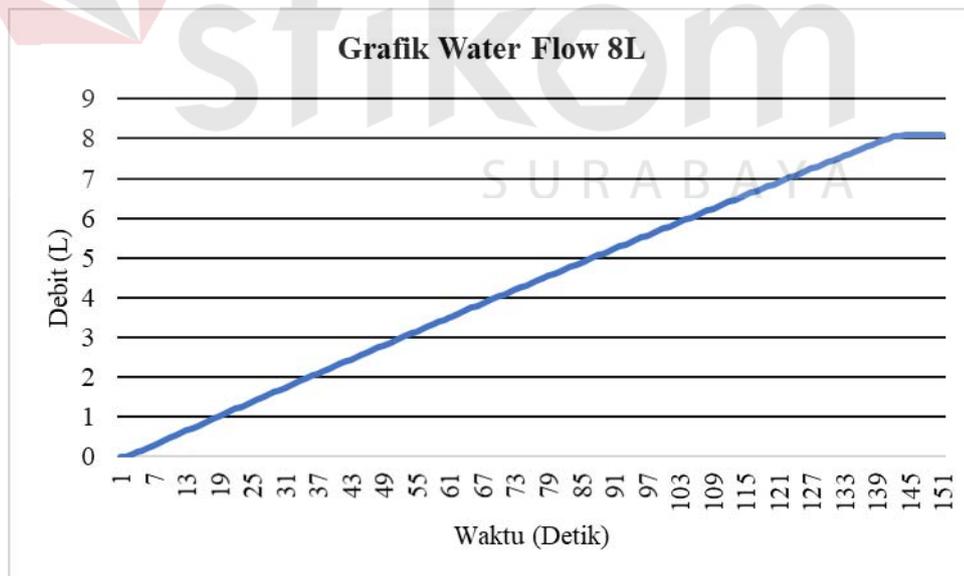
Detik	5 Liter	8 Liter	Detik	5 Liter	8 Liter	Detik	8 Liter
1	0	4	51	2800	2973	101	5849
3	96	101	53	2908	3093	103	5965
5	208	221	55	3016	3209	105	6077
7	324	341	57	3128	3325	107	6189
9	440	465	59	3236	3445	109	6301
11	556	589	61	3344	3565	111	6413
13	668	709	63	3456	3681	113	6525
15	784	833	65	3568	3797	115	6637
17	896	953	67	3680	3913	117	6745
19	1008	1077	69	3792	4029	119	6857
21	1124	1197	71	3904	4141	121	6969
23	1236	1317	73	4016	4257	123	7081
25	1352	1437	75	4128	4369	125	7189
27	1464	1557	77	4240	4485	127	7301
29	1576	1677	79	4352	4601	129	7413
31	1688	1797	81	4464	4713	131	7521
33	1800	1917	83	4576	4829	133	7629
35	1912	2033	85	4688	4941	135	7737
37	2024	2153	87	4804	5057	137	7845
39	2132	2269	89	4912	5173	139	7953
41	2244	2389	91	4976	5285	141	8049
43	2356	2509	93	5000	5397	143	8089
45	2468	2625	95	5004	5513	145	8109
47	2580	2741	97	5004	5625	147	8109
49	2688	2857	99	5004	5737	149	8109

Pada Tabel 4.1 menunjukkan hasil pada pengujian sensor *water flow* pembacaan nilai sensor debit menggunakan satuan milliliter dan debit air sebesar 3 liter/menit. Hasil menunjukkan waktu yang berbeda dari jumlah debit yang diambil, nilai yang dicapai untuk 5 liter air selama 95 detik dengan debit akhir sebesar 5004 nilai error sensor pada pengujian 5 liter sebesar 0,08%, sedangkan untuk pencapaian 8 Liter air selama 145 detik dengan debit akhir sebesar 8109 nilai error sensor pada pengujian

8 liter sebesar 1,36%. Berikut hasil dari *plotting* data debit air pada sensor *water flow*, dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Hasil Grafik Sensor *Water Flow* 5 Liter Air



Gambar 4.4 Hasil Grafik Sensor *Water Flow* 8 Liter Air

Tabel 4.2 Hasil Respon Pengujian Sensor *Water Flow*

<i>Setpoint Water Flow</i>	Hasil pengujian			
	Waktu Mulai (detik ke-)	Waktu Selesai (detik ke-)	Nilai Akhir	Nilai Error (%)
3000	0	59	3052	1,7
4000	0	75	4060	1,5
5000	0	95	5004	0,08
6000	0	112	6020	0,3
7000	0	132	7144	2,1
8000	0	145	8109	1,36
Rata – Rata Error Sensor				1.17

Keterangan :

1. *Setpoint water flow* adalah nilai yang di tentukan untuk batas ukur debit air yang mengalir.
2. Waktu mulai adalah waktu untuk memulai pengukuran sensor *water flow* pada dengan membuka kran air secara otomatis.
3. Waktu selesai adalah waktu dimana sensor *water flow* mencapai *setpoint* yang ditentukan dan menutup kran air secara otomatis.
4. Nilai akhir adalah nilai sensor *water flow* terakhir yang tersimpan pada waktu kran air tertutup.
5. Nilai error adalah nilai error pembacaan sensor didapatkan dari proses pengujian dengan rumus :

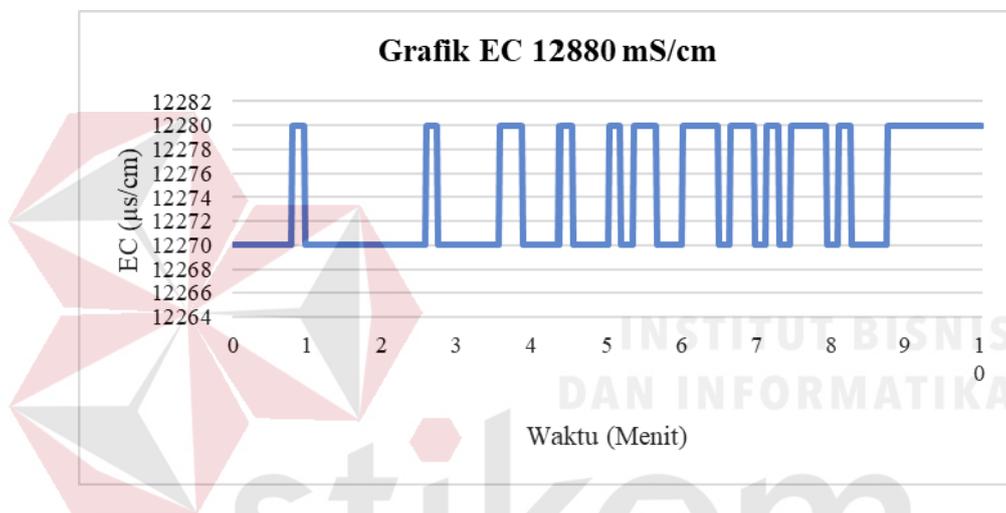
$$\text{Error} = \frac{(\text{Nilai Akhir} - \text{Setpoint})}{\text{Setpoint}} \times 100\%$$

6. Nilai rata – rata error adalah nilai rata – rata dari error pada percobaan dengan rumus

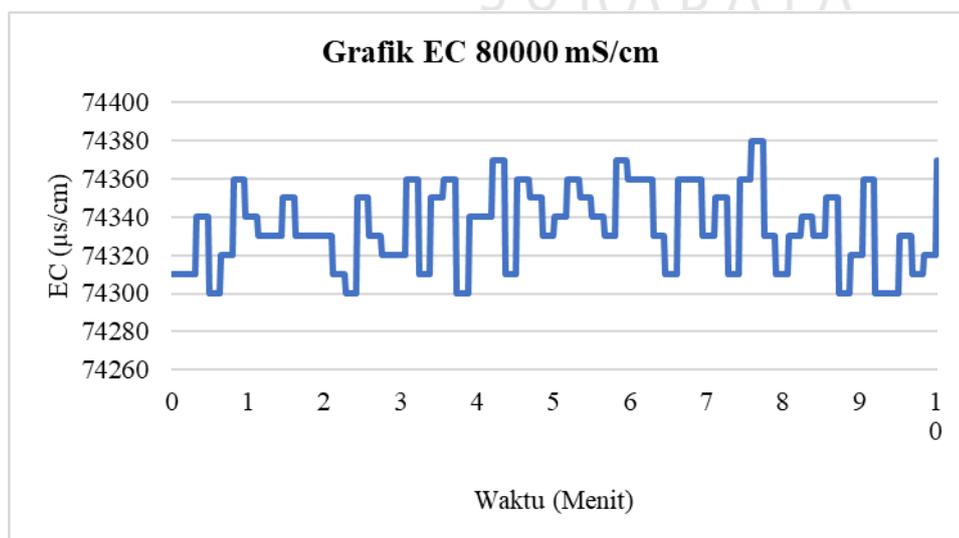
$$\text{Error rata - rata} = \frac{\text{Jumlah Data Nilai Error}}{\text{Banyaknya Data Nilai Error}}$$

4.3 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor EC

Pada pengujian kalibrasi sensor EC dilakukan dengan menggunakan larutan *buffer* dengan kadar 12,880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan 80,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. dimana sensor akan di letakkan pada dua buah larutan *buffer* tersebut, jika hasil pembacaan sensor pada *serial monitor* sudah sesuai dengan nilai EC *buffer* maka sensor dapat di gunakan untuk pencampuran larutan nutrisi hidroponik. Grafik hasil pembacaan dapat dilihat dari gambar berikut.



Gambar 4.5 Hasil Grafik EC *Buffer* 12,880 $\mu\text{S}/\text{cm}$



Gambar 4.6 Hasil Grafik EC *Buffer* 80,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Dari Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa pembacaan nilai sensor EC yang ditampilkan pada *serial monitor* dan pada *EC buffer* sudah sesuai. Sehingga sensor tersebut siap digunakan untuk pembacaan larutan nutrisi pada tandon pencampuran sesuai dengan kerja sistem. Dari data kalibrasi pada *EC buffer* 12880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ didapatkan hasil nilai pembacaan sensor sebesar 12270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sampai 12280 $\mu\text{S}/\text{cm}$ rata – rata dari nilai tersebut sebesar 12275 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nilai error sensor dari *buffer* 12880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sebesar 4,7%. Dan pada *EC buffer* 80000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ didapatkan hasil nilai pembacaan sensor sebesar 74300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sampai 74380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ rata – rata dari nilai tersebut sebesar 74340 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan nilai error sensor dari *buffer* 80000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sebesar 7,1%. Dan nilai rata – rata error dari sensor EC pada kedua larutan *buffer* sebesar 5,9%.

4.4 Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor pH

Pada pengujian kalibrasi sensor pH dilakukan dengan menggunakan larutan *buffer* dengan kadar pH 4,90 dan pH 6,86. dimana sensor akan diletakkan pada dua buah larutan *buffer* tersebut, jika hasil pembacaan sensor pada *serial monitor* sudah sesuai dengan nilai pH *buffer* maka sensor dapat digunakan untuk larutan nutrisi hidroponik untuk melakukan pengurusan. Hasil pembacaan dapat dilihat dari tabel berikut.

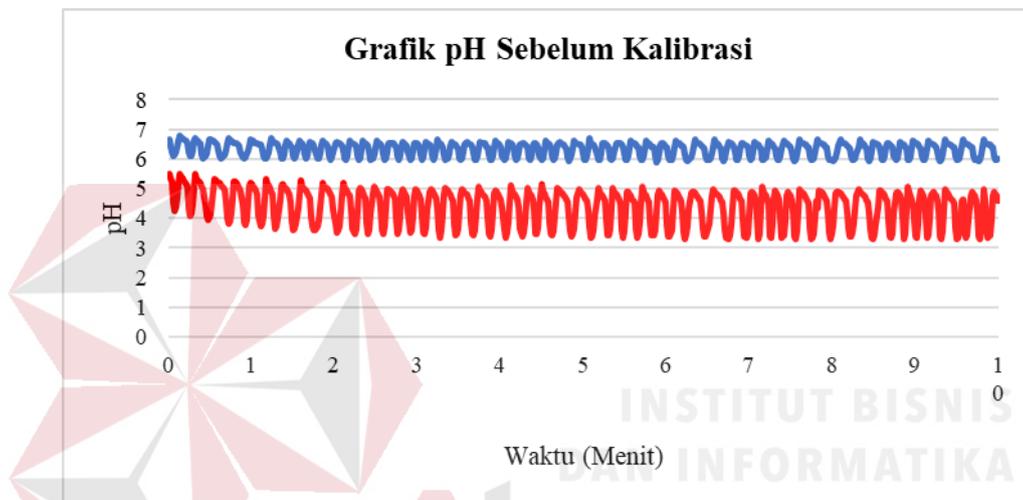
Pada pengujian sensor pH dengan menggunakan larutan pH *buffer* 4,9 dan 6,86. Hasil menunjukkan nilai sensor pH sebelum kalibrasi dan sesudah kalibrasi. Pengujian sensor dilakukan selama 10 menit, tiap larutan baik itu sebelum kalibrasi maupun sesudah kalubrasi.

Tabel 4.3 Hasil Kalibrasi Sensor pH Pada Larutan *Buffer*

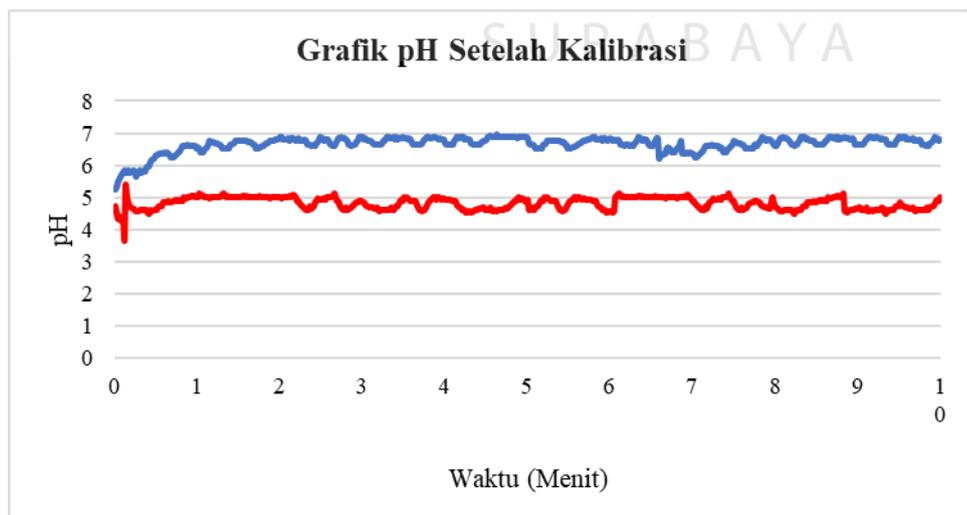
Detik	pH 4,9 Sebelum Kalibrasi		pH 6,86 Sebelum Kalibrasi		pH 4,9 Setelah Kalibrasi		pH 6,86 Setelah Kalibrasi	
	Volt	pH	Volt	pH	Volt	pH	Volt	pH
0	1,72	5,49	1,98	6,64	1,26	5,26	1,65	4,75
30	1,39	4,01	1,98	6,64	1,89	6,28	1,63	4,63
60	1,66	5,19	1,99	6,66	1,94	6,54	1,69	5,02
90	1,37	3,9	1,93	6,4	1,98	6,78	1,68	4,99
120	1,46	4,3	1,89	6,25	1,99	6,84	1,68	4,99
150	1,61	4,99	1,93	6,4	1,99	6,87	1,67	4,93
180	1,6	4,93	1,95	6,51	1,99	6,87	1,67	4,87
210	1,31	3,66	1,92	6,38	1,99	6,87	1,67	4,9
240	1,55	4,71	1,94	6,47	1,98	6,81	1,68	4,96
270	1,65	5,16	1,83	5,95	1,97	6,75	1,63	4,63
300	1,57	4,79	1,88	6,19	1,99	6,87	1,66	4,84
330	1,29	3,56	1,88	6,19	1,94	6,54	1,65	4,78
360	1,51	4,53	1,93	6,42	1,98	6,81	1,62	4,57
390	1,28	3,51	1,83	5,95	1,95	6,6	1,69	5,02
420	1,43	4,16	1,86	6,08	1,91	6,36	1,67	4,9
450	1,56	4,75	1,93	6,42	1,97	6,75	1,67	4,87
480	1,26	3,45	1,84	5,99	1,95	6,6	1,64	4,72
510	1,23	3,3	1,97	6,58	1,96	6,66	1,66	4,84
540	1,25	3,4	1,96	6,53	1,95	6,63	1,63	4,66
570	1,23	3,3	1,83	5,95	1,99	6,87	1,65	4,75
600	1,52	4,6	1,85	6,03	1,98	6,81	1,68	4,99

Dari Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa pembacaan nilai sensor pH sebelum kalibrasi dari larutan *buffer* 4,9 dengan nilai pH 3,36 – 5,29 rata – rata dari nilai tersebut sebesar 4,33 dengan nilai error sebesar 11,6%, sedangkan larutan *buffer* 6,86 dengan nilai pH 5,92 – 6,42 rata – rata dari nilai tersebut sebesar 6,17 dengan nilai error sebesar 10,1%. nilai sensor pH setelah kalibrasi dari larutan *buffer* 4,9 dengan nilai pH 4,45 – 5,02 rata – rata dari nilai tersebut sebesar 4,74 nilai error menurun menjadi sebesar 4,1%, sedangkan

larutan *buffer* 6,86 dengan nilai pH 6,63 – 6,9 rata – rata dari nilai tersebut sebesar 6,77 nilai error juga menurun pada *buffer* 6,86 menjadi sebesar 1,3%. Dari hasil kalibrasi jarak rentan pH lebih kecil dibandingkan sebelum kalibrasi, dan nilai rata – rata error pembacaan sensor pH pada kedua larutan *buffer* sebesar 2,7%. Hasil grafik pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



Gambar 4.7 Hasil Grafik pH *Buffer* 4,9 Dan 6,86 Sebelum Kalibrasi



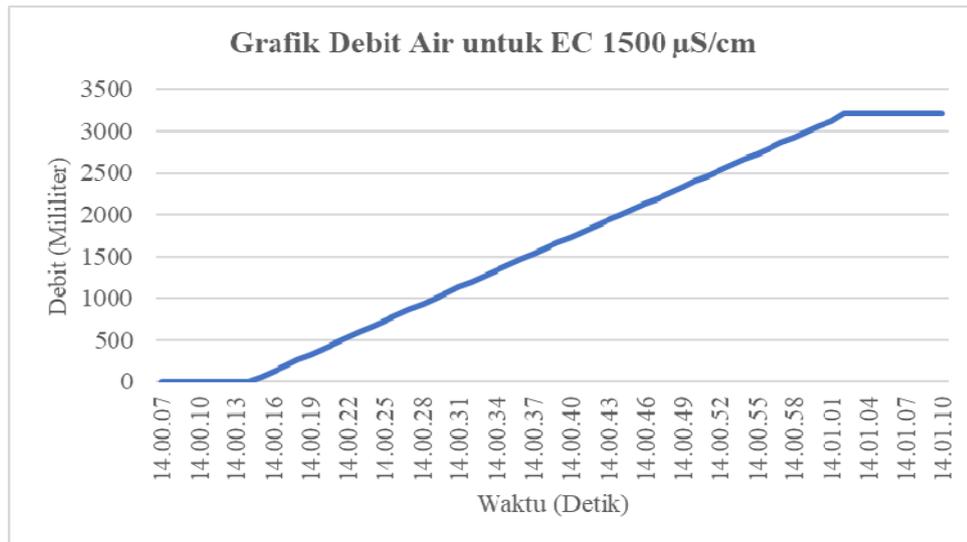
Gambar 4.8 Hasil Grafik pH *Buffer* 4,9 Dan 6,86 Setelah Kalibrasi

4.5 Hasil Pengujian Sistem Pada Sensor EC

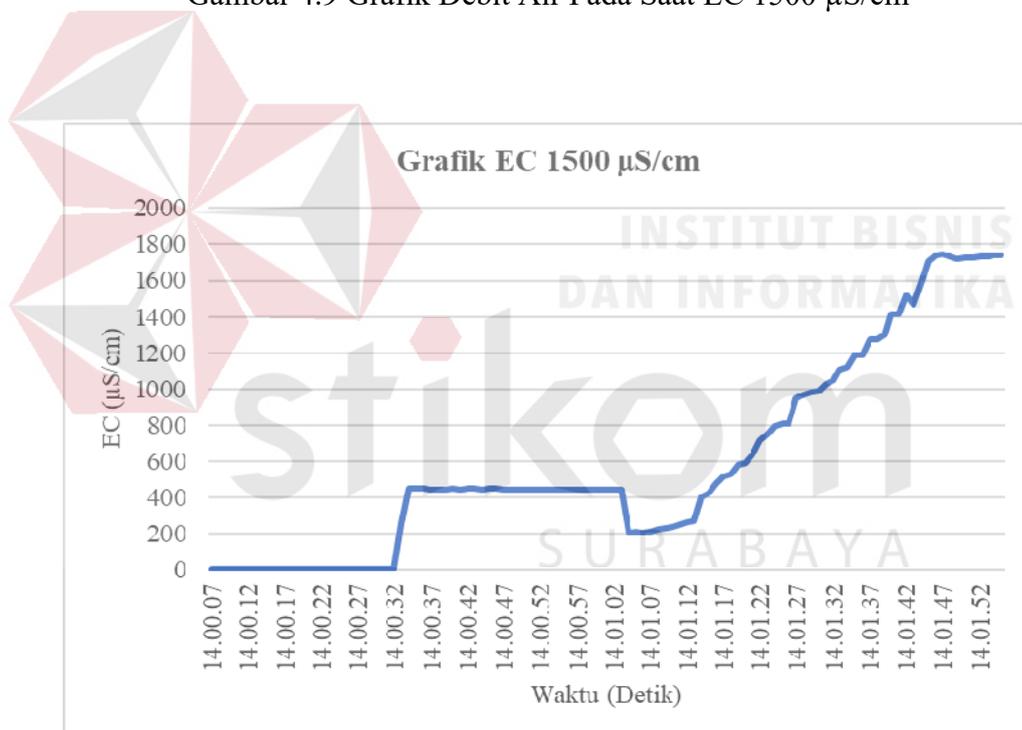
Dari pengujian otomasi sistem keseluruhan terhadap sensor EC, maka didapatkan beberapa hasil pada nilai dari *setpoint* EC 1500 untuk satu bulan masa tanam, *setpoint* EC 3500 untuk dua bulan masa tanam, *setpoint* EC 7000 untuk tiga bulan masa tanam. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja sesuai dengan kondisi dan *setpoint* yang sudah ditentukan dalam masa tanaman hidroponik tomat ceri, pengujian larutan nutrisi ini dengan menggunakan air dengan *setpoint water flow* sebesar 3000 mililiter. Dari hasil pengujian akan diamati nilai yang akan terbaca oleh sensor EC apakah sesuai dengan *setpoint* yang sudah di konfigurasi pada program untuk menentukan nilai error pembacaan dan nilai error rata – rata dari keseluruhan pembacaan yang sudah dilakukan dan diuji pada sensor EC.

4.5.1 Pengambilan Data EC 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Hasil pada pengujian otomasi sistem keseluruhan pengambilan data setiap satu detik sekali. Pengujian berdasarkan *setpoint* EC untuk masa tanam kurang dari satu bulan maka nilai deteksi EC sebesar 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dengan debit air 3 liter, dan pengambilan berdasarkan data *real time* dari sensor RTC.



Gambar 4.9 Grafik Debit Air Pada Saat EC 1500 µS/cm



Gambar 4.10 Grafik Data EC 1500 µS/cm

Pada hasil pengujian untuk *setpoint* EC 1500 µS/cm dengan ukuran *setpoint* *water flow* sebesar 3 liter. Pengujian dilakukan pada Jam 14.00.07 dimulai dari pengisian tandon air sesuai dengan *setpoint*, pengisian berlangsung hingga jam 14.01.02. Pengisian tersebut berlangsung selama 55 detik, dan hasil yang terbaca

sensor *water flow* sebesar 3,213 liter. Sedangkan sensor EC mulai bekerja pada saat *setpoint* debit air terpenuhi dan motor DC dinyalakan untuk mencapur larutan nutrisi AB Mix dengan air agar *setpoint* EC terpenuhi. Pembacaan sensor EC dimulai pada jam 14.01.03 pencapaian *setpoint* berlangsung hingga jam 14.01.42 yang dicapai dalam waktu 39 detik dan hasil yang terbaca sensor EC terakhir sebesar 1722 - 1740 $\mu\text{S/cm}$. Jadi keseluruhan data yang di ambil berlangsung selama 95 detik (1 menit 35 detik) atau dari jam 14.00.07 hingga jam 14.01.44. Dari percobaan pada *setpoint* EC 1500 $\mu\text{S/cm}$ nilai error dari sensor EC rata – rata sebesar 9,5%, data dapat dilihat pada Tabel 4.4.

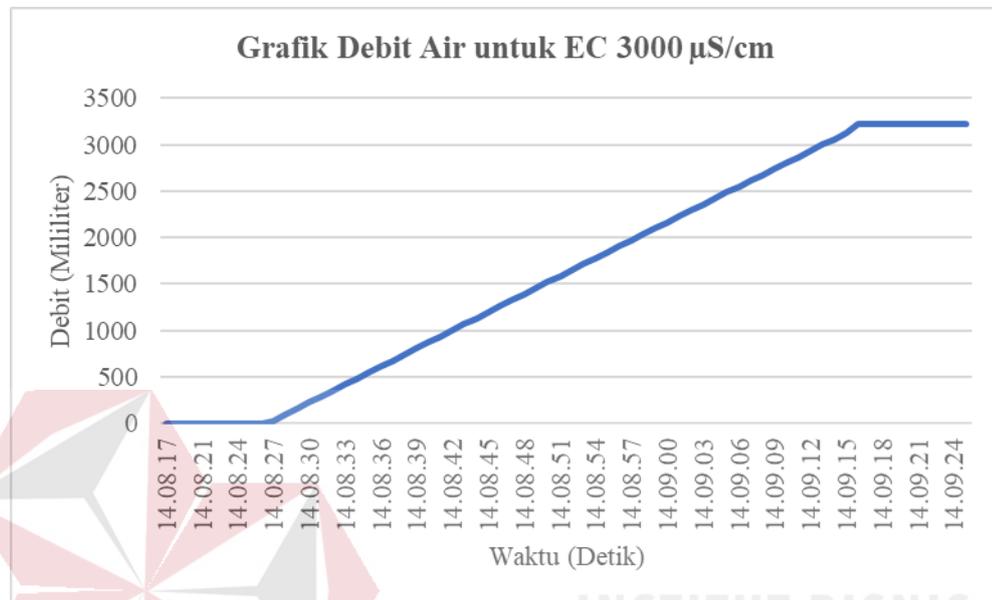
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Respon Sistem pada EC 1500 $\mu\text{S/cm}$

<i>Setpoint Water Flow</i>	Hasil pengujian				
	Waktu Mulai (detik ke-)	Waktu Selesai (detik ke-)	Range Nilai	Rata - rata Nilai	Nilai Error(%)
1500	56	95	1722 - 1740	1731	15,4
1500	62	103	1619 - 1673	1646	9,7
1500	59	99	1655 - 1709	1682	12,1
1500	56	94	1596 - 1633	1614	7,6
1500	55	95	1564 - 1587	1575	5,0
1500	61	98	1573 - 1591	1582	5,5
1500	58	97	1655 - 1673	1664	10,9
Rata -Rata Nilai Error					9,5

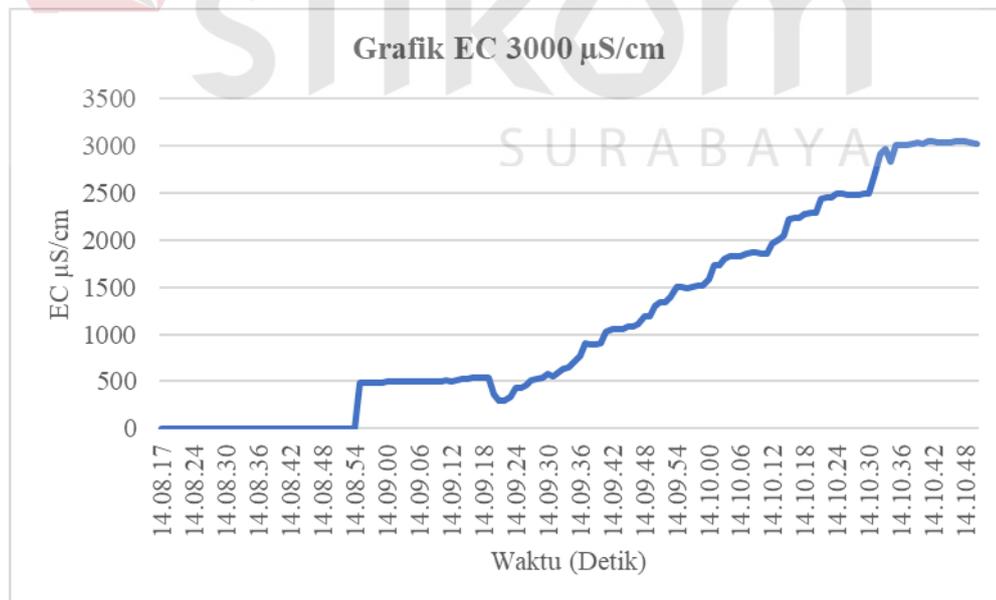
4.5.2 Hasil Pengujian EC 3000 $\mu\text{S/cm}$

Hasil pada pengujian otomasi sistem keseluruhan pengambilan data setiap satu detik sekali. Pengujian berdasarkan *setpoint* EC untuk masa tanam lebih dari satu bulan dan kurang dari dua bulan maka nilai deteksi EC sebesar 3000 $\mu\text{S/cm}$.

Dengan debit air 3 liter, dan pengambilan berdasarkan data *real time* dari sensor RTC.



Gambar 4.11 Grafik Debit Air Pada Saat EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$



Gambar 4.12 Grafik Data EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

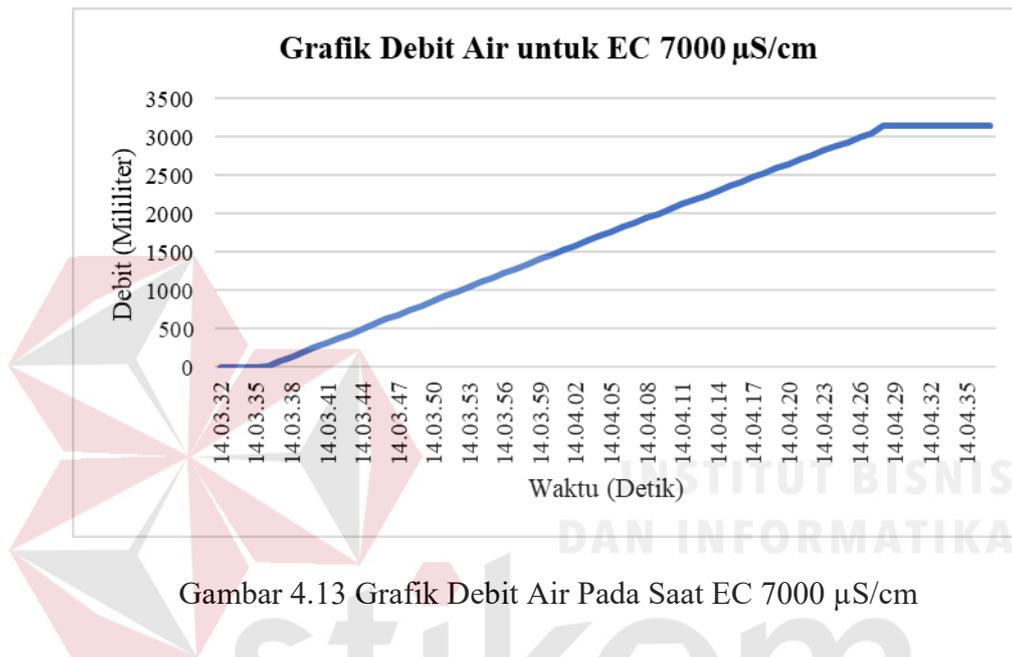
Pada hasil pengujian untuk *setpoint* EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dengan ukuran *setpoint water flow* sebesar 3 liter. Pengujian dilakukan pada Jam 14.08.17 dimulai dari pengisian tandon air sesuai dengan *setpoint*, pengisian berlangsung hingga jam 14.09.16. Pengisian tersebut berlangsung selama 59 detik, dan hasil yang terbaca sensor *water flow* sebesar 3,221 liter. Sedangkan sensor EC mulai bekerja pada saat *setpoint* debit air terpenuhi dan motor DC dinyalakan untuk mencampur larutan nutrisi AB Mix dengan air agar *setpoint* EC terpenuhi. Pembacaan sensor EC dimulai pada jam 14.09.17 pencapaian *setpoint* berlangsung hingga jam 14.10.35 yang dicapai dalam waktu 78 detik (1 menit 18 detik), dan hasil yang terbaca sensor EC terakhir sebesar 3030 - 3045 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Jadi keseluruhan data yang di ambil berlangsung selama 138 detik (2 menit 18 detik) atau dari jam 14.08.17 hingga jam 14.10.40. Dari percobaan pada *setpoint* EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nilai error dari sensor EC rata – rata sebesar 5,6%, data dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Respon Sistem pada EC 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

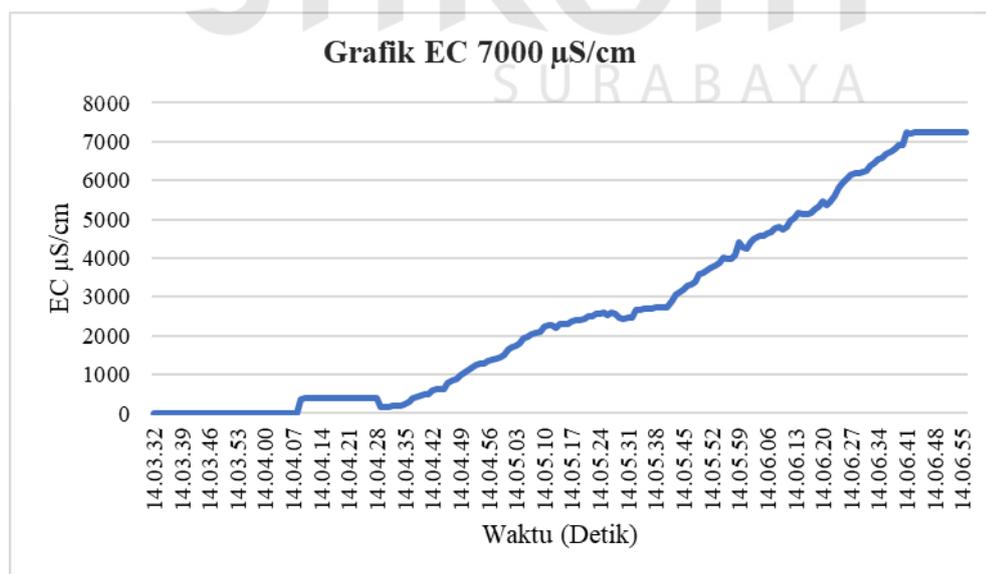
<i>Setpoint Water Flow</i>	Hasil pengujian				
	Waktu Mulai (detik ke-)	Waktu Selesai (detik ke-)	Range Nilai	Rata - rata Nilai	Nilai Error(%)
3000	60	138	3030 – 3045	3037	1,2
3000	56	133	3065 – 3084	3074	2,5
3000	57	136	3167 – 3211	3189	6,3
3000	55	133	3178 – 3193	3185	6,2
3000	57	133	3055 – 3084	3069	2,3
3000	60	140	3361 – 3375	3368	12,3
3000	62	139	3255 – 3276	3265	8,5
Rata -Rata Nilai Error					5,6

4.5.3 Hasil Pengujian EC 7000 $\mu\text{S/cm}$

Hasil pada pengujian otomasi sistem keseluruhan pengambilan data setiap satu detik sekali. Pengujian berdasarkan *setpoint* EC untuk masa tanam lebih dari dua bulan maka nilai deteksi EC sebesar 7000 $\mu\text{S/cm}$. Dengan debit air 3 liter, dan pengambilan berdasarkan data *real time* dari sensor RTC.



Gambar 4.13 Grafik Debit Air Pada Saat EC 7000 $\mu\text{S/cm}$



Gambar 4.14 Grafik Data EC 7000 $\mu\text{S/cm}$

Pada hasil pengujian untuk *setpoint* EC 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dengan ukuran *setpoint water flow* sebesar 3 liter. Pengujian dilakukan pada Jam 14.03.32 dimulai dari pengisian tandon air sesuai dengan *setpoint*, pengisian berlangsung hingga jam 14.04.28. Pengisian tersebut berlangsung selama 56 detik, dan hasil yang terbaca sensor *water flow* sebesar 3,145 liter. Sedangkan sensor EC mulai bekerja pada saat *setpoint* debit air terpenuhi dan motor DC dinyalakan untuk mencampur larutan nutrisi AB Mix dengan air agar *setpoint* EC terpenuhi. Pembacaan sensor EC dimulai pada jam 14.04.29 pencapaian *setpoint* berlangsung hingga jam 14.06.41 yang dicapai dalam waktu 132 detik (2 menit 12 detik), dan hasil yang terbaca sensor EC terakhir sebesar 7233 - 7255 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Jadi keseluruhan data yang di ambil berlangsung selama 189 detik (3 menit 9 detik) atau dari jam 14.03.32 hingga jam 14.06.41. Dari percobaan pada *setpoint* EC 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nilai error dari sensor EC rata – rata sebesar 3,4%, data dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Respon Sistem pada EC 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

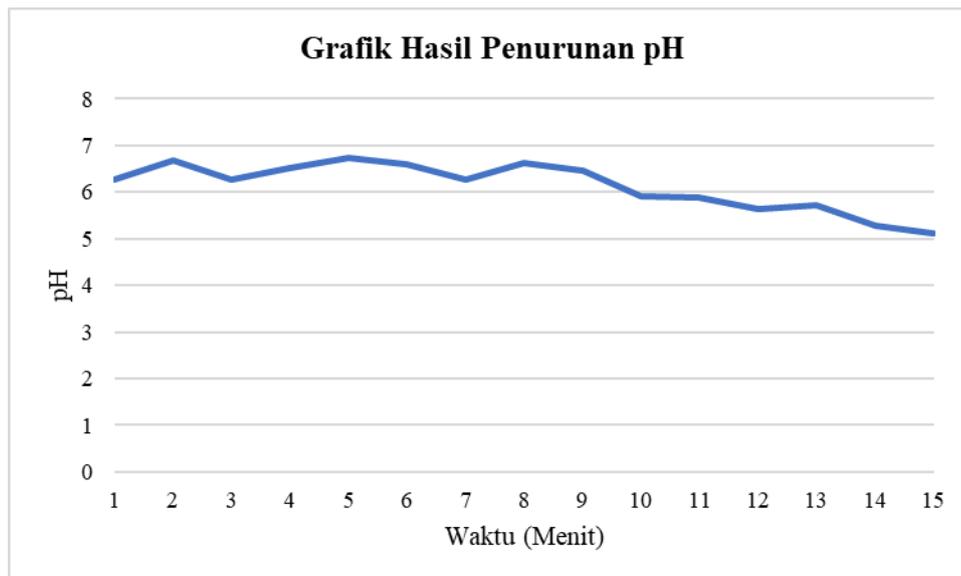
<i>Setpoint Water Flow</i>	Hasil pengujian				
	Waktu Mulai (detik ke-)	Waktu Selesai (detik ke-)	Range Nilai	Rata - rata Nilai	Nilai Error(%)
7000	57	189	7233 – 7255	7244	3,5
7000	61	195	7198 – 7234	7216	3,1
7000	59	193	7201 – 7244	7222	3,2
7000	60	190	7351 – 7365	7358	5,1
7000	56	188	7422 – 7441	7431	6,2
7000	56	186	7133 – 7155	7144	2,1
7000	57	187	7064 – 7084	7074	1,1
Rata -Rata Nilai Error					3,4

4.6 Hasil Pengujian Sensor pH

Hasil dari pengujian sensor pH berupa nilai penurunan pH pada larutan nutrisi yang ada pada sistem *wick* hidroponik. Nilai pH berfungsi untuk *setpoint* pembuangan larutan nutrisi, dimana jika nilai pH sudah kurang dari 5,5 maka larutan akan di buang dan digantikan yang baru dengan membuka *solenoid valve* pembuangan.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Penurunan Nilai pH

Menit	Tegangan	pH
1	volt: 1.75	6,28
2	volt: 1.86	6,68
3	volt: 1.75	6,28
4	volt: 1.81	6,51
5	volt: 1.88	6,74
6	volt: 1.84	6,61
7	volt: 1.74	6,26
8	volt: 1.85	6,63
9	volt: 1.80	6,47
10	volt: 1.65	5,9
11	volt: 1.64	5,89
12	volt: 1.57	5,64
13	volt: 1.59	5,71
14	volt: 1.47	5,28
15	volt: 1.65	5,11



Gambar 4.15 Grafik Hasil Penurunan pH

Dari Gambar 4.15 dapat diamati hasil yang didapat dari penurunan nilai pH yang awalnya bernilai 6,5 setelah diberikan larutan asam dengan pH 3 untuk melihat hasil dari respon sensor, penambahan dilakukan dengan menggunakan infus yang dikontrol debit aliran sebesar 0,02 ml/detik. Selama waktu 14 menit 40 detik *setpoint* pH tercapai dan terbaca nilai pH terakhir sebesar 5,04 – 5,3 rata – rata dari *range* sebesar 5,17, nilai error pembacaan sensor dari *setpoint* pH 5,5 yaitu sebesar 6%.

4.7 Hasil Pengujian Tanaman

Pengujian dengan melakukan penanaman bibit tomat secara manual dengan melakukan pencampuran pupuk secara manual dan penanaman menggunakan sistem yang dirancang dengan proses pembuatan pupuk secara otomatis. Pengujian ini dilakukan untuk melihat perbandingan penanaman menggunakan sistem dan tanpa menggunakan sistem. Dari data Sistem rata – rata

pertumbuhan 3,8 cm perminggu, sedangkan dari cara penanaman manual pertumbuhan tidak stabil dan rata – rata penanaman mati pada minggu ke 2.

Tabel 4.8 Hasil Pertumbuhan Tanaman Memakai Sistem Otomatis

Tgl	Ketinggian (cm)			
	Pot 1	Pot 2	Pot 3	Pot 4
06-Nov	Penanaman	Penanaman	Penanaman	Penanaman
13-Nov	5	5,5	4	5
20-Nov	7,3	9	9	9,5
27-Nov	11,4	13,7	12,4	Mati
04-Des	17	16,3	16	Mati

Tabel 4.9 Hasil Pertumbuhan Tanaman Memakai Cara Manual

Tgl	Ketinggian (cm)			
	Pot 1	Pot 2	Pot 3	Pot 4
06-Nov	Penanaman	Penanaman	Penanaman	Penanaman
13-Nov	6,5	5	7	6,5
20-Nov	9,4	8	Mati	8,7
27-Nov	Mati	Mati	Mati	Mati
04-Des	Mati	Mati	Mati	Mati

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan pengujian pada otomasi sistem yang dirancang dalam Tugas Akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan dan saran - saran dari hasil yang diperoleh.

5.1 Kesimpulan

1. Pada pengujian otomasi sistem dapat mengatur sensor *Water flow* sesuai dengan *setpoint* yang telah ditentukan hasil yang di peroleh mendekati nilai dan dapat mengontrol aktuator tandon air mati sesuai yang ditentukan nilai rata – rata error pembacaan sensor sebesar 1,17%.
2. Pengujian RTC dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan, sensor dapat membaca waktu sesuai dengan waktu *real time*. Sensor juga dapat menampilkan tahun, bulan, tanggal, jam, menit, detik dan hari sesuai dengan waktu saat sensor dijalankan.
3. Pada pengujian kalibrasi sensor EC berjalan dengan semestinya, sensor dapat membaca larutan *buffer* yang ditentukan, Nilai rata – rata error pembacaan sensor pada larutan *buffer* sebesar 5,9%.
4. Pada pengujian kalibrasi sensor pH berjalan dengan semestinya, sensor dapat membaca nilai pH pada larutan *buffer* meskipun harus dengan kalibrasi sensor terlebih dahulu sebelum dipakai. Nilai rata – rata error pembacaan sensor pada larutan *buffer* sebesar 2,7%.
5. Pada pengujian keseluruhan sistem sensor EC dapat bekerja sesuai dengan *setpoint* yang diinginkan untuk EC 1500 nilai error pembacaan sensor

sebesar 9,5%, untuk EC 3000 nilai error pembacaan sensor sebesar 5,6%, sedangkan untuk EC 7000 nilai error pembacaan sensor sebesar 3,4%, suhu ruangan sangat berpengaruh terhadap pembacaan sensor jika kondisi terlalu panas ataupun terlalu dingin. Pada saat pengujian suhu ruangan sebesar 22°C sampai 30°C.

5.2 Saran

Pengembangan lebih lanjut dari penelitian Tugas Akhir ini, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Menggunakan sensor pH dengan pembacaan data serial agar pembacaan nilai lebih stabil, dan tidak memerlukan kalibrasi secara terus menerus ketika mau digunakan.
2. Penempatan sensor pH dan EC yang akurat agar pembacaan sensor lebih sempurna.
3. Menggunakan sensor pH dan EC dari satu pabrikan yang sama agar dapat membaca nilai kedua sensor dalam satu larutan yang sama.
4. Pada pengujian, pengambilan data dapat dipercepat untuk mengurangi perubahan yang tidak terlihat pada hasil yang didapat.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, Z., Saniman, & Ishak. (2016). SISTEM PENGHITUNG PH AIR PADA TAMBAK IKAN BERBASIS MIKROKONTROLLER. *Jurnal Ilmiah SAINTIKOM*, 102.
- DFROBOT. (n.d.). *DFROBOT SEN0161*. Retrieved from <https://www.tme.eu/https://www.tme.eu/en/details/df-sen0161/sensormodules/dfrobot/sen0161>
- Domingues, D.S.; Takahashi, H.W.; Camara, C.A.P.; Nixdorf, S.L. 2012. "Automated System Developed to Control pH and Concentration of Nutrient Solution Evaluated in Hydroponic Lettuce Production". *Computers and Electronics in Agriculture*. Vol 84.Hal 53-61.
- Gozali, A. (2016, Oktober 17). *Menanam Tomat Secara Hidroponik*. Retrieved from [sentralhidroponik.blogspot.co.id:http://sentralhidroponik.blogspot.co.id/2016/10/menanam-tomat-secara-hidroponik.html](http://sentralhidroponik.blogspot.co.id/http://sentralhidroponik.blogspot.co.id/2016/10/menanam-tomat-secara-hidroponik.html)
- HIDROPONIK, U. (2016, Juni). *Pengaruh pH Nutrisi Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Tanaman*. Retrieved from [www.urbanhidroponik.com:http://www.urbanhidroponik.com/2016/06/pengaruh-ph-nutrisi-hidroponik-pada-tanaman-hidroponik.html](http://www.urbanhidroponik.com/http://www.urbanhidroponik.com/2016/06/pengaruh-ph-nutrisi-hidroponik-pada-tanaman-hidroponik.html)
- Kusuma, M., Mulyono, & Sukriyanti, S. D. (2015). PENGARUH BERBAGAI MACAM SUMBER NUTRISI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill) PADA SISTEM HIDROPONIK SUMBU. *Jurnal Agraris*.
- Langi, S. I., Wuwung, J., & Lumenta, A. S. (2014). Kipas Angin Otomatis. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 45.
- Lingga, P. (2015). *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sastrahidayat. (1992). *Bertanam Tomat*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Scientific, A. (2016). *Conductivity K 1.0 Kit*. Retrieved from [www.atlascientific.com:https://www.atlascientific.com/product_pages/kits/ec_k1_0_kit.html](https://www.atlascientific.com/https://www.atlascientific.com/product_pages/kits/ec_k1_0_kit.html)
- Umar, U. F., Akhmadi, Y. N., & Sanyoto. (2016). Mengenal, Membuat, & Menggunakan Larutan Nutrisi. In *Jago Bertanam Hidroponik Untuk Pemula* (pp. 41-45). Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.

UNCATEGORIZED. (2014, September 8). *Electrical conductivity (EC) dan TDS/ PPM hidroponik*. Retrieved September 8, 2014, from urbanina.com: <http://hidroponikuntuksemua.com/2014/09/08/electrical-conductivity-ec-dan-tds-ppm-hidroponik/>

Utama, C. P. (2014, Januari 15). *Pengertian Solenoid Valve*. Retrieved from valvejual.com: <http://www.valvejual.com/pengertian-solenoid-valve/>

Yazid, E. (2009). Penerapan Kendali Cerdas Pada Sistem Tangki Air Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, 12.

