

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL OTOMATIS UNTUK
PENGKONDISIAN NUTRISI DUA TANAMAN PADA SISTEM
HIDROPONIK**

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai syarat sidang Studi S1 Teknik Fisika

oleh

ALIEFIAN EL ISLAMY

1104154119



**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS TELKOM
2020**



UNIVERSITAS TELKOM

Dokumen

Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257

No. Revisi

FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Berlaku
efektif**LEMBAR PENGESAHAN****TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL OTOMATIS UNTUK
PENGKONDISIAN NUTRISI DUA TANAMAN PADA SISTEM
HIDROPONIK**

***DESIGN OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR NUTRITION
CONDITIONING OF DUAL PLANTS HYDROPONIC SYSTEM***

Telah Disetujui dan Disahkan Sebagai Tugas Akhir
Program Studi S1 Teknik Fisika
Universitas Telkom

Disusun Oleh:

ALIEFIAN EL ISLAMY
1104154119

Bandung, 22 Agustus 2020

Menyetuju

Pembimbing I


Pembimbing II

Dr. ENG. Asep Suhendi, S.Si., M.Si.

NIP. 15800021

Endang Rosdiana, Dra., M.Si.

NIP. 17640056

	UNIVERSITAS TELKOM	Dokumen	
	Jl. Telekomunikasi No. 1 Ters. Buah Batu Bandung 40257	No. Revisi	
	FORMULIR LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	Berlaku efektif	

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Nama : Aliefian EL Islamy

NIM : 1104154119

Alamat : Taman Griya Pratama RT 1 RW 11 Karang Tengah, Cibadak ,
Sukabumi Jawa Barat

No. Telp / HP : 087722441716

E-mail : aliefianislami@gmail.com

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya orisinil saya sendiri, dengan judul:

**PERANCANGAN SISTEM KONTROL OTOMATIS UNTUK
PENGKONDISIAN NUTRISI DUA TANAMAN PADA SISTEM
HIDROPONIK**

*DESIGN OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR NUTRITION
CONDITIONING OF DUAL PLANTS HYDROPONIC SYSTEM*

Atas pernyataan ini, saya menanggung resiko / sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslian karya ini.



Bandung, 22 Agustus 2020

Aliefian EL Islamy

NIM 1104154119

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM KONTROL OTOMATIS UNTUK PENGKONDISIAN NUTRISI DUA TANAMAN PADA SISTEM HIDROPONIK

Meningkatnya populasi manusia dari tahun ke tahun membuat jarang ditemukannya lahan pertanian, khususnya di kota-kota besar, terlebih bagi masyarakat yang tinggal di daerah padat penduduk, kebanyakan lahan yang awalnya digunakan untuk pertanian beralih menjadi tempat dibangunnya perumahan, ruko dan lain-lain. Hidroponik bisa menjadi pilihan solusi untuk meningkatkan produktivitas tani di Indonesia, Namun bercocok tanam dengan cara hidroponik ini perlu penanganan, perawatan dan pemantauan yang lebih dibandingkan dengan bercocok tanam konvensional dengan media tanah. Sementara itu penerapan teknologi IoT sudah semakin berkembang di Indonesia Pada penelitian ini akan dibangun sistem hidroponik berbasis IoT dengan penerapan pada dua tanaman yang terdiri dari tanaman tomat cherry dan sawi sebagai permodelan. Sistem terdiri dari plant hidroponik dengan sumber nutrisi yang dikendalikan dengan metode PID serta sistem IoT sebagai sistem monitor yang dapat diakses secara online. Penelitian ini metode tuning Ziegler nichole 2 untuk mencari K_p , K_i , dan K_d yang tepat. Pada penelitian kali ini digunakan parameter PI untuk mencapai setpoint, dengan nilai K_p : 120, K_i : 3 dan K_d : 0. Untuk melihat respon pada sistem, diberikan berupa gangguan berupa simulasi penyerapan air harian tanaman selada dewasa, dengan hasil menunjukkan respon sistem dapat mencapai nilai setpoint 800 PPM pada plant satu, dan 900 PPM pada plant dua, yang kedua sistem dapat mempertahankan kondisinya pada range error 1%. Selain itu kondisi plant secara realtime dapat dimonitoring melalui PC maupun smartphone menggunakan Thingspeak sebagai media penerapan IoT.

Kata Kunci : Hidroponik, IoT, kontrol PID

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul perancangan sistem kontrol otomatis untuk pengkondisian nutrisi dua tanaman pada sistem hidroponik.

Skripsi ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Strata 1 pada Fakultas Teknik Elektro di Universitas Telkom. Selain itu, tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memberikan pengetahuan kepada pembaca mengenai Hidroponik serta penerapan teknologi pada pertanian.

Selama penulisan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT karena rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa, semangat, kasih sayang dan dana selama penulis melaksanakan perkuliahan.
3. Bapak Dr. ENG. Asep Suhendi, S.Si., M.Si. selaku pembimbing satu yang telah baik, sabar serta bijaksana dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Endang Rosdiana, Dra., M.Si. selaku pembimbing dua yang telah mau berdiskusi serta memperhatikan perkembangan penulis sampai penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Hasbian Dhana selaku teman berdiskusi dan pemberi saran dan tempat dalam penyusunan tugas akhir ini.

6. Teman – teman kelas TF 39 – 02 yang selama ini telah menemani penulis dalam masa susah maupun senang selama masa perkuliahan.
7. Teman – teman Teknik Fisika Universitas Telkom yang telah berjuang bersama dalam menghadapi perkuliahan selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, semua kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Bandung, 24 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
Kata Pengantar	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
3.1 Sistem Hidroponik.....	5
3.2 Nutrisi Tanaman Hidroponik dan Konduktivitas Listrik (EC).....	6
3.3 Kontrol PID	9
3.4 Metode tuning PID dengan Ziegler Nichole tipe 2	11
3.5 Sistem IoT	12
3.6 Komponen Sistem Elektrik	13
3.6.1 Mikrokontroler Wemos R3	13
3.6.2 Driver motor L298N	14
3.6.3 PCA9658 16 Channel pwm driver	15
3.6.4 ADS1115.....	15
3.6.5 Rangkaian modul Sensor <i>Electrical Conductivity</i>	16
3.6.6 Pompa air	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
4.1 Tahapan Metode Penelitian	19
4.2 Perancangan Sistem.....	21
4.3 Perancangan Mekanik Sistem	22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Karakterisasi sensor EC 1.....	25
4.2 Karakterisasi sensor EC 2.....	27
4.3 Karakterisasi aktuator pompa 1 dan 2	28
4.4 Metode tuning Ziegler Nichole 2	29
4.5 Hasil Kontrol PI.....	32
4.6 Hasil respon sistem terhadap gangguan	33
4.7 Hasil data untuk monitoring (IoT) ke server Thingspeak	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 saran.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode Wick Hidroponik	6
Gambar 2.2 Prinsip Kerja Kontrol PID	9
Gambar 2.3 pengaruh parameter kontrol	9
Gambar 2.4 Sustain ocilatioin.....	11
Gambar 2.5 Parameter kontrol Ziegler nichole tipe 2.....	12
Gambar 2.6 Sistem IoT.....	12
Gambar 2.7 Wemos D1	12
Gambar 2.8 Bentuk fisik IC L298N & Modul Driver Motor L298N.....	13
Gambar 2.9 Bentuk fisik PCA9658 16 Channel pwm driver.....	14
Gambar 2.10 Bentuk fisik ADS1115.....	15
Gambar 2.11 Modul Sensor EC.....	15
Gambar 2.12 Motor DC..	16
Gambar 3.1 Metoda Penelitian	17
Gambar 3.2 Perancangan Sistem	18
Gambar 3.3 Perancangan Alat	19
Gambar 3.4 Desain Mekanik Hidroponik Tampak	20
Gambar 3.5 Flowchart program	22
Gambar 4.1 Hasil karakterisasi sensor EC	25
Gambar 4.2 Hasil karakterisasi sensor EC setelah menggunakan exponen.....	25
Gambar 4.3 Hasil karakterisasi sensor 2 EC	29
Gambar 4.4 Hasil karakterisasi Pompa	30
Gambar 4.5 Hasil Tunning Kp 200 (zoom out)	31
Gambar 4.6 Hasil Tunning Kp 200 (zoom in)	32
Gambar 4.7 tabel parameter PID Ziegler nichole 2	32
Gambar 4.8 Hasil respon PI sistem hidroponik ($K_p=120$, $K_i=3$, $K_d=0$).....	33
Gambar 4.6 Hasil respon sistem terhadap gangguan.....	34
Gambar 4.7 Hasil data upload melalui server Thingspeak.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kandungan Nutrisi AB mix 7

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya populasi manusia dari tahun ke tahun membuat jarang ditemukannya lahan pertanian, khususnya di kota – kota besar [10], terlebih bagi masyarakat yang tinggal di daerah padat penduduk [9], kebanyakan lahan yang awalnya digunakan untuk pertanian beralih menjadi tempat dibangunnya perumahan, ruko dan lain-lain. Masalah seperti ini biasanya disebut dengan alih fungsi lahan. Ini menjadi masalah bagi masyarakat khususnya petani sebagai pelaku bisnis maupun masyarakat yang hobi bertani disekitar perumahan. Selain itu kebutuhan akan pangan yang terbatas menjadi masalah karena terus meningkatnya jumlah populasi manusia, bahkan di Indonesia sendiri bahan baku industri makanan lebih dari 60 persen harus dipenuhi dari impor [13]. Dengan kata lain, meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan ketersediaan lahan pertanian menjadi semakin berkurang karena digunakan untuk perumahan dan perluasan perkotaan, sementara kebutuhan akan pangan sangatlah terbatas hingga impor menjadi solusi instan yang diterapkan saat ini di Indonesia.

Hidroponik bisa menjadi alternative solusi untuk meningkatkan produktifitas tani di Indonesia [11], Namun bercocok tanam dengan cara hidroponik ini perlu penanganan, perawatan dan pemantauan yang lebih dibandingkan dengan bercocok tanam konvensional dengan media tanah. Seperti pengkondisian air, pH, suhu, kelembaban, terutama nutrisi yang harus diatur agar tetap cukup dan tidak berlebihan untuk memenuhi kebutuhan tanaman. maka petani harus lebih memperhatikan tumbuhannya agar mendapatkan hasil yang maksimal. Berdasarkan survey yang telah penulis lakukan terhadap para petani hidroponik maupun masyarakat yang gemar bercocoktanam dengan metode hidroponik, kebanyakan dari mereka menanam tumbuhan lebih dari satu jenis tumbuhan, sehingga perlu pengaturan nutrisi yang berbeda kepada semua jenis tanaman agar

tumbuhan memberikan hasil yang lebih optimal. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurul Insyani, optimalisasi sistem kontrol masih diterapkan pada satu jenis tanaman saja [7], dan pada penelitian tersebut sistem menggunakan kontrol PI sebagai parameter kontrol dan berhasil untuk mengontrol nutrisi tanaman dengan sistem NFT. Pada penelitian kali ini ada beberapa pengembangan diantaranya penambahan jenis tanaman, sehingga menjadi dua jenis tanaman yang dikontrol, dan penerapan IoT sebagai fungsi dari sistem monitoring.

penerapan teknologi IoT sudah semakin berkembang di Indonesia [12], dan kini sudah mulai merambah ke sektor pertanian. Dengan adanya teknologi IoT pada sektor pertanian, tentunya dapat memudahkan petani maupun masyarakat yang gemar bertani dalam melakukan monitoring dan juga optimasi terhadap kegiatan bertani.

Pada penelitian ini akan dibangun sistem hidroponik berbasis IoT dengan penerapan pada dua tanaman yang terdiri dari tanaman sawi dan selada sebagai permodelan. Sistem terdiri dari plant hidroponik dengan sumber nutrisi yang dikendalikan dengan metode PID serta sistem IoT sebagai sistem monitor yang dapat diakses secara online, yang pada penelitian sebelumnya hanya berfokus pada pengkondisian nutrisi untuk satu jenis tanaman saja.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah di penelitian ini yang akan penulis lakukan yaitu:

1. Bagaimana membangun sistem hidroponik dua jenis tanaman?
2. Bagaimana cara membuat sistem kontrol nutrisi yang mampu mencapai konsentrasi nutrisi yang diinginkan dan tetap stabil ?
3. Bagaimana cara mengirim informasi nutrisi tanaman ke internet dan dapat di akses melalui *smartphone* dan PC?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Membuat sistem hidroponik berbasis dua tanaman
2. Membuat sistem kontrol nutrisi pada dua tanaman hidroponik pada masa perkembangan
3. Membuat sistem IoT untuk Monitoring konsentrasi nutrisi (PPM) secara realtime dan dapat diakses melalui *smartphone* maupun PC

1.4 Batasan Masalah

Agar perancangan sistem terfokus, maka penulis membatasi permasalahan dan kondisi yang ideal dalam penelitian ini pada hal- hal berikut:

1. Analisa sistem kontrol berupa respon sistem ketika diberikan set point
2. Perancangan sistem diperuntukan untuk tanaman hidroponik dengan metode pengairan *Wick*
3. Sistem kontrol yang dihasilkan tidak melibatkan variable lain yang dapat mempengaruhi. (seperti suhu maupun pH)
4. Respon penyerapan tanaman berupa simulasi pemberian gangguan terhadap plant hidroponik

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I LATAR BELAKANG

Bab ini berisi pembahasan latar belakang masalah, tujuan masalah, rumusan masalah, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori yang mendasari penelitian ini yaitu antara lain tentang energi matahari, pengertian solar kolektor, penjelasan mengenai parabolic

concentrating solar collector, teori mengenai pemantulan cahaya, menentukan titik fokus dari kolektor parabola dan teori-teori dasar yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan penelitian dimulai dari diagram alir penelitian, gambaran umum mengenai alat yang akan dibuat, alat dan bahan yang diperlukan pada penelitian, prosedur penelitian, perancangan alat, tabel penelitian, dan rancangan kegiatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

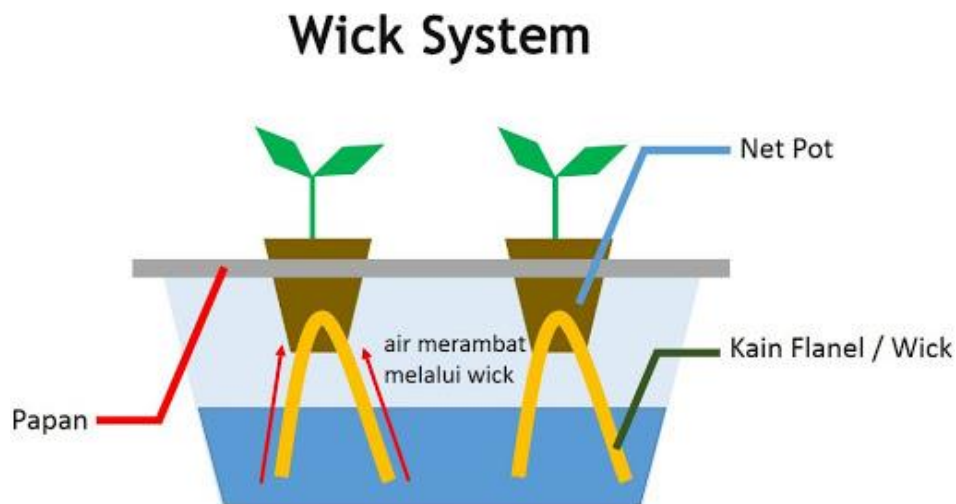
3.1 Sistem Hidroponik

Hidroponik adalah budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Kebutuhan air pada hidroponik lebih sedikit daripada kebutuhan air pada budidaya dengan tanah. Hidroponik menggunakan air yang lebih efisien, jadi cocok diterapkan pada daerah yang memiliki pasokan air yang terbatas. Ada banyak metode untuk menanam tanaman dengan hidroponik, salah satunya adalah dengan metode Wick.

Hidroponik dengan sumbu (sistem wick) merupakan teknik budidaya yang paling sederhana dan juga populer dipergunakan oleh para pemula. Wick sistem tergolong pasif dan nutrisi mengalir kedalam media tumbuhan dari wadah yang menggunakan sejenis sumbu, dapat dilihat pada gambar 2.1. Namun sistem ini tidak dapat bekerja dengan baik pada tanaman yang membutuhkan banyak air. Penggunaan sistem ini dapat dilakukan dengan hanya menggunakan bahan bahan sederhana yang tersedia di rumah, dan contoh tanaman yang biasa menggunakan sistem wick ini adalah kangkung, bayam, seledri, selada, cabe dan tanaman kecil lainnya.

Kelebihan sistem wick hidroponik :

1. Tanaman mendapat suplai air dan nutrisi secara terus menerus
2. Biaya alat yang murah
3. Mempermudah perawatan karena tidak perlu penyiraman
4. Tidak bergantung pada energi listrik



Gambar 2.1 Metode Wick Hidroponik

3.2 Nutrisi Tanaman Hidroponik dan Konduktivitas Listrik (EC)

Tanaman membutuhkan 16 macam unsur hara untuk pertumbuhan yang optimal yang berasal dari udara, air, dan pupuk [3]. Unsur-unsur tersebut adalah karbon (C), magnesium (Mg), boron (B), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), molibdenum (Mo) dan khlorin (Cl), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S), kalsium (Ca), besi (Fe). Unsur-unsur C, H, dan O biasanya disuplai dari udara dan air dalam jumlah yang cukup. Unsur hara lainnya didapatkan melalui pemupukan atau larutan nutrisi [3]. Unsur-unsur nutrisi penting dapat digolongkan ke dalam tiga kelompok berdasarkan kecepatan hilangnya dari larutan. Kelompok pertama adalah unsur-unsur yang mempunyai tingkat serapannya sedang dan biasanya hilang dari larutan lebih cepat daripada air yang hilang (Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mo, Cl). Kelompok kedua adalah unsur-unsur yang secara aktif diserap oleh akar dan hilang dari larutan dalam beberapa jam yaitu N, P, K dan Mn. Kelompok ketiga adalah unsur-unsur yang secara pasif diserap dari larutan dan sering bertumpuk dalam larutan (Ca dan B). N, P, K, dan Mn harus tetap dijaga pada konsentrasi rendah dalam larutan untuk mencegah akumulasi yang bersifat racun bagi tanaman [4].

Konsentrasi yang tinggi dalam larutan dapat menyebabkan serapan yang berlebihan, yang dapat mengakibatkan ketidakseimbangan hara [5]. Nitrogen mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap pertumbuhan, hasil, dan kualitas tanaman sayuran [5]. N untuk larutan hidroponik disuplai dalam bentuk nitrat. N dalam bentuk ammonium nitrat mengurangi serapan K, Ca, Mg, dan unsur mikro. Kandungan amonium nitrat harus di bawah 10 % dari total kandungan nitrogen pada larutan nutrisi untuk mempertahankan keseimbangan pertumbuhan dan menghindari penyakit fisiologi yang berhubungan dengan keracunan amonia. Konsentrasi fosfor yang tinggi menimbulkan defisiensi Fe dan Zn, sedangkan K yang tinggi dapat mengganggu serapan Ca dan Mg [5].

Unsur mikro dibutuhkan dalam jumlah kecil sebagai nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu juga penting untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit atau hama. Menurut Bugbee (2003), kekurangan Mn menyebabkan tanaman mudah terinfeksi oleh cendawan *Pythium* [5]. Tembaga (Cu) dan seng (Zn) dapat menekan pertumbuhan mikrobia, tetapi pada konsentrasi agak tinggi menjadi racun bagi tanaman [5].

Salah satu jenis pupuk yang digunakan tanaman hidroponik adalah AB mix (fertimix). AB mix dikemas menjadi 2 bagian yaitu kemasan nutrisi A dan kemasan nutrisi B dalam bentuk padat (kristal bubuk). Sebelum pupuk tersebut diaplikasikan pada tanaman hidroponik, pupuk dicampurkan dengan air 1000 ml sehingga diperoleh pekatan A dan pekatan B. Setelah diperoleh larutan pekatan/konsentrat maka dilakukan proses pengenceran dengan mencampurkan sejumlah tertentu dari kedua konsentrat tersebut kedalam air sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman hidroponik [6]. Tabel 2.2 menunjukkan kandungan nutrisi AB mix.

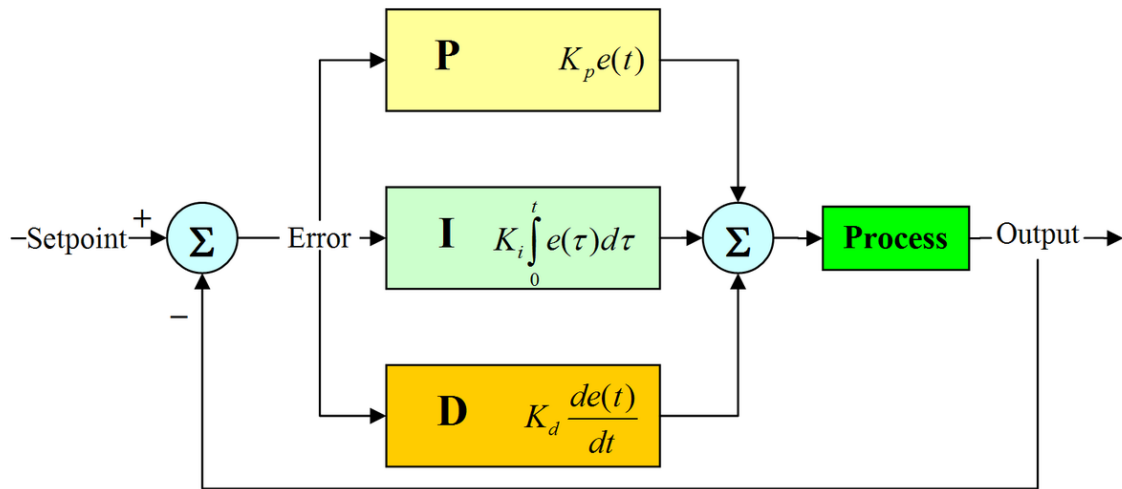
Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi AB mix

Nutrisi (Ion)	Jumlah Nutrisi (%)
Kalsium (Ca)	8.3
Nitrogen (NO ₃)	9
Kalium (K ₂ O)	9.9
Fosfat (P ₂ O ₅)	16.5
Sulfat (S)	9.9
Magnesium (Mg)	6.6
Fe EDTA	2.8
Boron (B)	0.004
Mangan (Mn)	0.001
Zinc (Zn)	0.001
Copper (Cu)	0.009
Molibdat (Mo)	0.009

Kunci utama dalam pemberian larutan nutrisi atau pupuk pada sistem hidroponik adalah pengontrolan konduktivitas elektrik atau *electrical conductivity* (EC) atau aliran listrik di dalam air dengan menggunakan alat EC meter. EC digunakan untuk mengetahui cocok tidaknya larutan nutrisi untuk tanaman, karena kualitas larutan nutrisi sangat menentukan keberhasilan produksi, sedangkan kualitas larutan nutrisi atau pupuk tergantung pada konsentrasinya. Semakin tinggi garam yang terdapat dalam air, semakin tinggi EC-nya. Konsentrasi garam yang tinggi dapat merusak akar tanaman dan mengganggu serapan nutrisi dan air. Setiap jenis dan umur tanaman membutuhkan larutan dengan EC yang berbeda-beda. Kebutuhan EC disesuaikan dengan fase pertumbuhan, yaitu ketika tanaman masih kecil, EC yang dibutuhkan juga kecil. Semakin meningkat umur tanaman semakin besar jumlah nutrisi yang diperlukan maka nilai EC juga akan semakin besar [6].

3.3 Kontrol PID

Sistem Kontrol PID (Proportional–Integral–Derivative controller) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan



Gambar 2.2 Prinsip Kontrol PID

karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut (*Feed back*).

Adapun persamaan Kontrol PID

$$mv(t) = Kp (e(t) + \frac{1}{Ti} \int_0^t e(t)dt + Td \frac{de(t)}{dt})$$

Keterangan :

$mv(t)$ = output dari pengontrol PID atau *Manipulated Variable*

Kp = konstanta Proporsional

Ti = konstanta Integral

Td = konstanta Detivatif

$e(t)$ = error (selisih antara set point dengan nilai pembacaan sensor)

dengan :

$$K_i = K_p \times \frac{1}{T_i} \text{ dan } K_d = K_p \times T_d$$

Sistem kontrol PID terdiri dari tiga buah cara pengaturan (dapat dilihat pada gambar 2.3) yaitu kontrol P (Proportional), D (Derivative) dan I (Integral) . dalam penerapannya nilai P,I dan D harus ditentukan sesuai dengan plant yang sesuai, agar kendali yang di hasilkan sesuai dengan yang kita inginkan.

1. Kontrol Proporsional

Kontrol proporsional biasa disebut dengan konstanta (P) adalah Konstanta Proporsional. K_p berlaku sebagai Gain (penguat). Penggunaan kontrol P memiliki kemampuan untuk memperbaiki respon transien khususnya rise time dan settling time. Namun kekurangannya adalah tidak dapat mengatur dinamika sistem dengan halus/stabil.

2. Kontrol Integratif

Kontrol intergratif biasa disebut dengan (I) adalah Kontrol yang dapat memperbaiki sekaligus menghilangkan respon steady-state, namun pemilihan K_i yang tidak tepat dapat menyebabkan respon transien yang tinggi sehingga dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem. Apabila nilai K_i ini terlalu tinggi , maka sistem akan berosilasi dan tidak stabil

3. Kontrol Derivatif

Kontrol derivatif biasa disebut dengan (D) adalah kontrol yang dapat digunakan untuk memperbaiki respon transien dengan memprediksi error yang akan terjadi. Kontrol ini dapat menstabilkan kondisi saat nilai telah mencapai set point, sehingga memungkinkan sistem akan stabil secara terus-menerus.

<u>Respon Lup Tertutup</u>	<u>Rise Time</u>	<u>Overshoot</u>	<u>Settling Time</u>	<u>Steady-State Error</u>
Proporsional	Menurunkan	Meningkatkan	Perubahan kecil	Menurunkan/mengurangi
Integral	Menurunkan	Meningkatkan	Meningkatkan	Mengeliminasi
Derivatif	Perubahan Kecil	Menurunkan	Menurunkan	Perubahan kecil

Gambar 2.3 Pengaruh Parameter kontrol

3.4 Metode tuning PID dengan Ziegler Nichole tipe 2

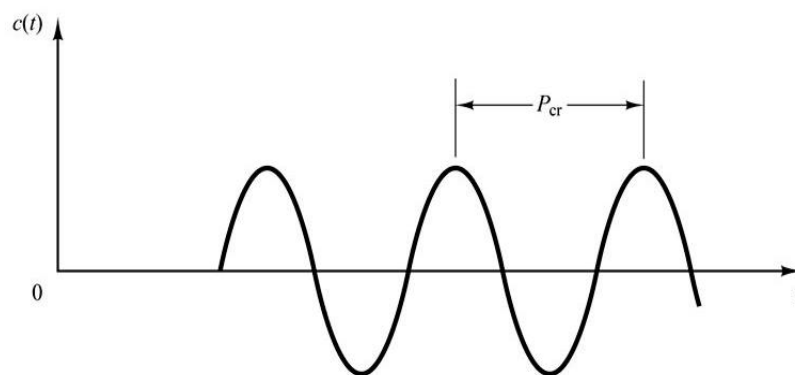
Metode Ziegler nichole 2 merupakan metode tuning nilai K_p , K_i dan K_d yang menggunakan perancangan pengendali menggunakan cara eksperiment, karena terkadang menggunakan cara permodelan matematis cukup sulit dan rumit untuk di lakukan. Metode Ziegler nichole memiliki beberapa tahap yang pada akhirnya akan mendapatkan konstanta PID yang sesuai dengan karakteristik plant.

Ada bereapa aturan yang terdapat pada metode Ziegler nichole pada umumnya

1. Ada dua metode Ziegler nichole yang dapat digunakan, dan saat melakukan percobaan, *overshoot* maksimum hanya diperbolehkan mencapai 25%.
2. Nilai parameter K_p , t_i dan T_d berdasarkan pada respon step plant secara eksperimental atau berdasarkan nilai k_p yang dihasilkan dalam kestabilan marginal (berosilasi pada setpoint) bila hanya aksi kendali P yang digunakan
3. Menentukan $T_i = \infty$ dan $T_d = 0$
4. Menerapkan pengendali Proposional pada plant.

Adapun perancangan pengendali Ziegler nichole tipe 2 sebagai berikut :

1. Rancang Gain K_p pada plant
2. Tahap awal untuk melakukan proses tuning PID menggunakan Ziegler nichole 2 adalah dengan cara mengatur K_p dari nol ke suatu nilai kritis (K_{cr}). Mula mula keluaran plant memiliki osilasi yang berkesinambungan dengan periode (P_{cr})



Gambar 2.4 Sustain ocilatioin

3. Saat respon berhasil, nilai gain $K_p = K_p \text{ kritis} = K_{cr}$
4. Apabila respon tidak berhasil, maka metode tuning ziegler nichole 2 tidak berlaku
5. Hitung periode osilasi = P_{cr}
6. Tentukan nilai K_p , K_i dan K_d berdasarkan nilai pada parameter table berikut

Type of Controller	K_p	T_i	T_d
P	$0.5K_{cr}$	∞	0
PI	$0.45K_{cr}$	$\frac{1}{1.2}P_{cr}$	0
PID	$0.6K_{cr}$	$0.5P_{cr}$	$0.125P_{cr}$

Gambar 2.5 Parameter kontrol Ziegler nichole tipe 2

3.5 Sistem IoT

Pada penelitian ini, sistem IoT sederhana diterapkan untuk membantu memonitoring konsentrasi nutrisi yang ada pada plant hidroponik, sistem IoT sederhana pada penelitian ini menggunakan Thingspeak sebagai server, yang mana dengan menggunakan server Thingspeak sudah terintegrasi dengan PC maupun aplikasi pada smartphone, sehingga untuk melakukan monitoring secara realtime sangat mudah dilakukan. Secara sederhana berikut merupakan alur kerja



Gambar 2.6 Sistem IoT

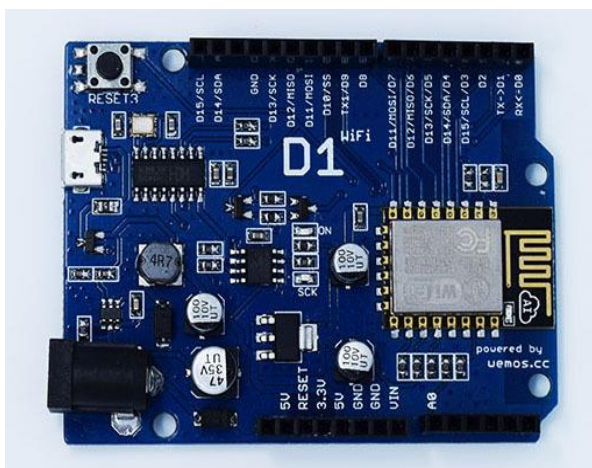
IoT yang terintegrasi dengan sistem serta interface nya (PC/ smartphone).

Sebagaimana digambarkan pada gambar, pada penelitian ini wemos D1 sebagai mikrokontroler yang telah terintegrasi dengan wifi akan mengirimkan data ke cloud atau server Thingspeak yang nantinya data tersebut sudah langsung menjadi sebuah interface hasil akhir berbentuk grafik, kemudian data ini dapat diakses melalui aplikasi Thingspeak yang dapat di download melalui play store, dan juga dapat diakses melalui website resmi Thingspeak.

3.6 Komponen Sistem Elektrik

3.6.1 Mikrokontroler Wemos R3

WeMos D1 mini merupakan module development board yang berbasis WiFi dari keluarga ESP8266, secara prinsip kerja mirip dengan yang umum digunakan yaitu Arduino UNO, namun pada Wemos D1 ini sudah termasuk modul Wifi didalamnya, sehingga tidak perlu menambahkan modul eksternal.



Gambar 2.7 Wemos D1

Pada penelitian ini, wemos digunakan sebagai mikrokontroler dan berfungsi menjalankan sistem kontrol yang di inputkan ke dalamnya, yang

nantinya wemos ini akan mengatur dan menjalankan sistem secara keseluruhan sesuai dengan pemrograman yang di inputkan kedalam nya

3.6.2 Driver motor L298N

Driver motor L298N merupakan module driver motor DC yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper.

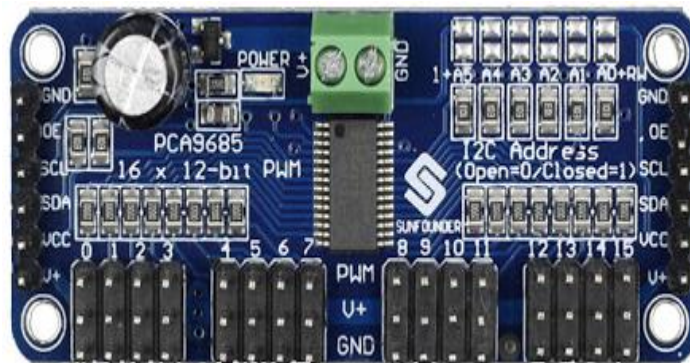


Gambar 2.8 Bentuk fisik IC L298N & Modul Driver

Driver MOSFET yang digunakan pada penelitian berfungsi sebagai Driver pompa motor DC 12 volt dengan arus yang cukup besar (lebih dari 1 Ampere) dan tegangan kerja yang juga cukup besar. Driver L298N dapat mengubah arah putaran dan juga kecepatan putar (dengan metode PWM). Driver motor ini akan digunakan sebagai sumber tegangan untuk DC Water Pump 12V.

3.6.3 PCA9658 16 Channel pwm driver

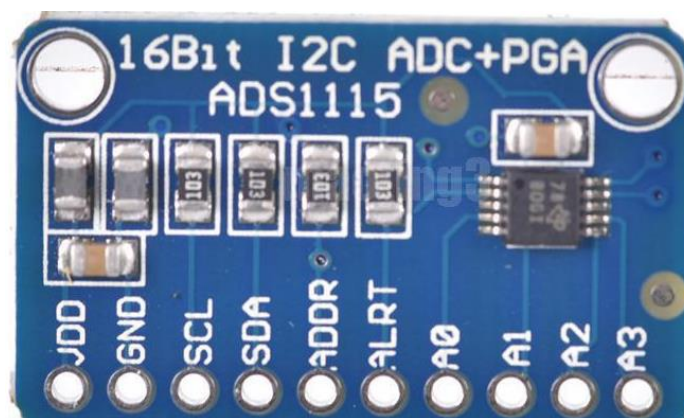
PCA9658 16 Channel pwm driver merupakan modul driver motor yang berfungsi untuk menambahkan channel pin output pada wemos yang



Gambar 2.9 Bentuk fisik PCA9658 16 Channel

hanya memiliki sedikit port untuk mengontrol 4 buah pompa pair, dengan PCA9658 16 Channel pwm driver, output dapat di tambahkan dengan kapasitas maksimal 16 port dan hanya membutuhkan 2 port yang terhubung ke mikrokontroler. Yaitu port SCL dan SDA yang berfungsi untuk mengirimkan dan menerima data dari wemos

3.6.4 ADS1115



Gambar 2.10 Bentuk fisik ADS1115

Module ADC ADS1115 merupakan module yang difungsikan untuk pembacaan Analog Digital Converter (ADC) dengan komunikasi I2C yang beresolusi hingga 16-bit yang terdapat 4 *channel*.

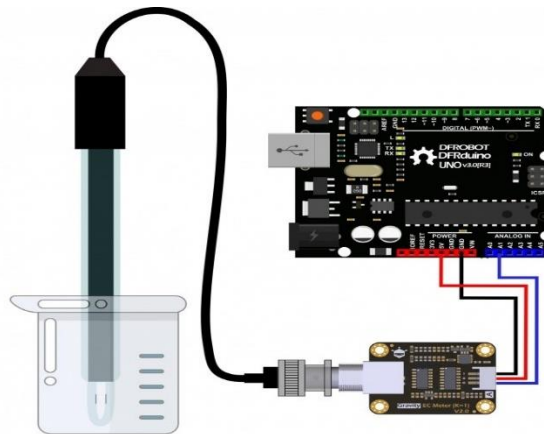
Modul ini digunakan untuk menambahkan channel pin analog input pada wemos, yang mana pada wemos sendiri hanya memiliki 1 channel input yaitu port A0, sementara dalam sistem ini membutuhkan 2 channel input, sehingga ADS1115 ini dibutuhkan untuk menunjang sistem secara keseluruhan.

3.6.5 Rangkaian modul Sensor *Electrical Conductivity*

Bagian elektroda dari sensor *electrical conductivity* akan dipasang pada bak pencampuran nutrisi. Elektroda ini dihubungkan rangkaian pembaca (modul) *electrical conductivity*. Modul sensor *electrical conductivity* tersebut berisi rangkaian pengkondisian sinyal berupa penguat tegangan dan rangkaian filter. Modul tersebut kemudian dihubungkan pada pin analog dari arduino. Gambar 2.7 dibawah ini merupakan elektroda dan modul sensor *electrical conductivity* SKU DFR0300 yang tersambung pada arduino.

Prinsip kerja dari sensor EC ini adalah dengan cara mengukur tingkat konduktivitas listrik larutan yang dikenai kedua ujung sensor (katoda anoda). angka EC menunjukkan jumlah garam terlarut dalam larutan nutrisi. Biasanya ditunjukkan pada skala mikrosiemens ($\mu\text{S} / \text{cm}$) atau millisiemens (ms / cm). Pada lauran nutrisi hidroponik, akan terkandung muatan anion dan kation, yang mana semakin tinggi jumlah nutrisi pada larutan, maka semakin tinggi pula konduktivitas listrik pada larutan, sehingga jika larutan semakin konduktif akan lebih mudah mengalirkan arus dari anoda ke katoda, yang mana nilai arus ini yang nantinya terbaca pada mikrokontroler (pada penelitian ini menggunakan wemos D1 sebagai mikrokontroler) sebagai hasil akhir dari nilai pembacaan sensor

yang mengukur larutan tersebut. Nilai ini perlu di kalibrasi agar hasil yang ditampilkan sesuai dengan nilai yang diinginkan.



Gambar 2.11 Modul Sensor EC

Spesifikasi sensor EC :

- *Operating Voltage:* +5.00 V
- *PCB Size:* 45mm × 32mm
- *Measuring Range:* 1ms/cm~20ms/cm
- *Operating Temperature:* 5-40 °C
- *Accuracy:* $\pm 10\%$ F.S (specific accuracy depends on the accuracy of your calibration solution)
- *PH2.0 Interface* (3-pin SMD)
- *Conductivity Electrode* (Electrode Constant K = 1, BNC connector)
- *Cable Length of the Electrode:* about 60cm
- *DS18B20 Temperature Sensor* (Waterproof)
- *Power Indicator*

3.6.6 Pompa air

Gambar 2.11 merupakan pompa air DC adalah pompa air yang memerlukan suplai tegangan arus searah (12V DC) pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Pada sistem ini di gunakan untuk mengaduk campuran antara air dan nutrisi AB mix, dan pompa air DC ini ditempatkan di plant hidroponik 1 dan 2.



Gambar 2.12 Motor DC

BAB III

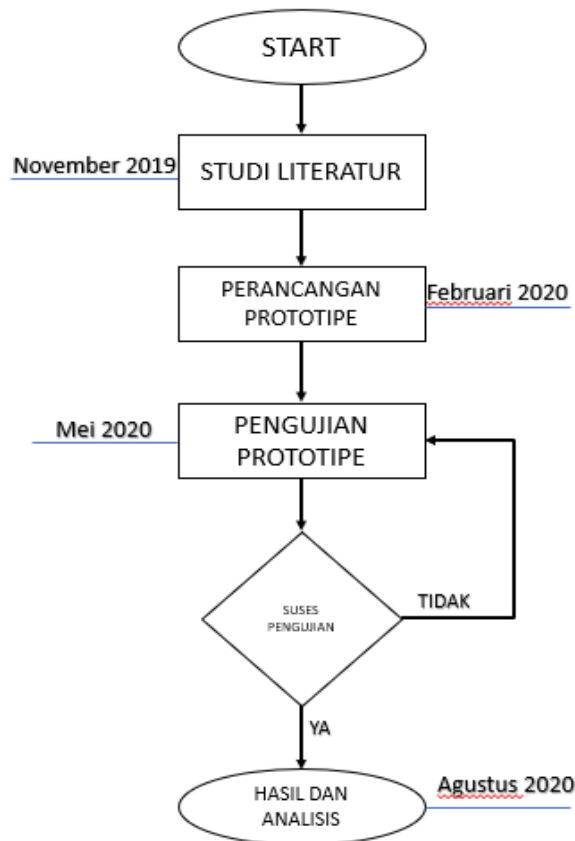
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tahapan Metode Penelitian

Metoda penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini menggunakan pendekatan R&D (*Research and Development*). Metode R&D adalah rangkaian proses atau langkah – langkah dalam rangka mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Selain itu juga dilakukan pengkajian dari beberapa penelitian relevan agar dapat merealisasikan penelitian dan pengembangan. Perancangan sistem pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian utama yakni perancangan perangkat keras (hardware) dan perancangan sistem control (Software) . Perancangan perangkat keras meliputi perancangan sistem mekanik dan sistem elektrik, sedangkan perancangan sistem kontrol berbasis kontrol PID menggunakan software Arduino IDE. Tahapan Metoda Penelitian Tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari teori yang berkaitan dengan sistem kontrol PID dan sistem hidroponik secara umum, dari berbagai sumber seperti jurnal, paper, buku panduan, dan artikel ilmiah. Setelah itu Perancangan prototipe dilakukan dengan membuat perancangan sistem mekanik, elektrik, dan sistem kontrol selanjutnya Pembuatan prototype mengacu pada perancangan prototype sistem kontrol. Setelah alat selesai barunah Pengujian prototype dilakukan dengan cara menerapkan sistem kontrol pada alat yang telah dibuat kemudian dilihat bagaimana respon alat tersebut, apabila terdapat kesalahan yang berkaitan dengan sistem mekanik maupun elektrik maka dilakukan evaluasi terhadap desain prototype. Tahap terakhir Pengambilan data dilakukan setelah rancangan prototype diuji dan dievaluasi, pengambilan data berupa pemberian nilai set point konsentrasi dan level tanki yang telah ditetapkan sebelumnya kemudian diberikan gangguan berupa penurunan nilai EC akibat serapan nitrogen oleh tomat hidroponik. Data yang diambil berupa respon sistem

meliputi rise time, peak time, settling time, dan error pada saat kondisi tunak. Dan selanjutnya Analisis data dilakukan setelah proses pengambilan data. Analisis data berfungsi untuk melihat bagaimana performa sistem kontrol yang dirancang. Gambar 3.1 merupakan diagram alir dari tahapan metoda penelitian yang dilakukan pada penelitian tugas akhir rancang bangun sistem kontrol otomatis untuk pengkondisian nutrisi dua tanaman pada sistem hidroponik dengan metode Wick



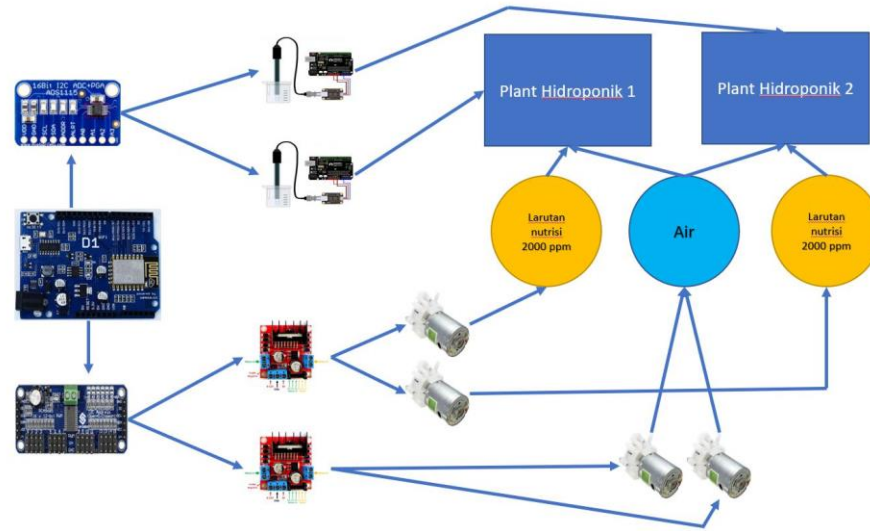
Gambar 3.1 metoda penelitian dan jadwal pengerjaan

4.2 Perancangan Sistem

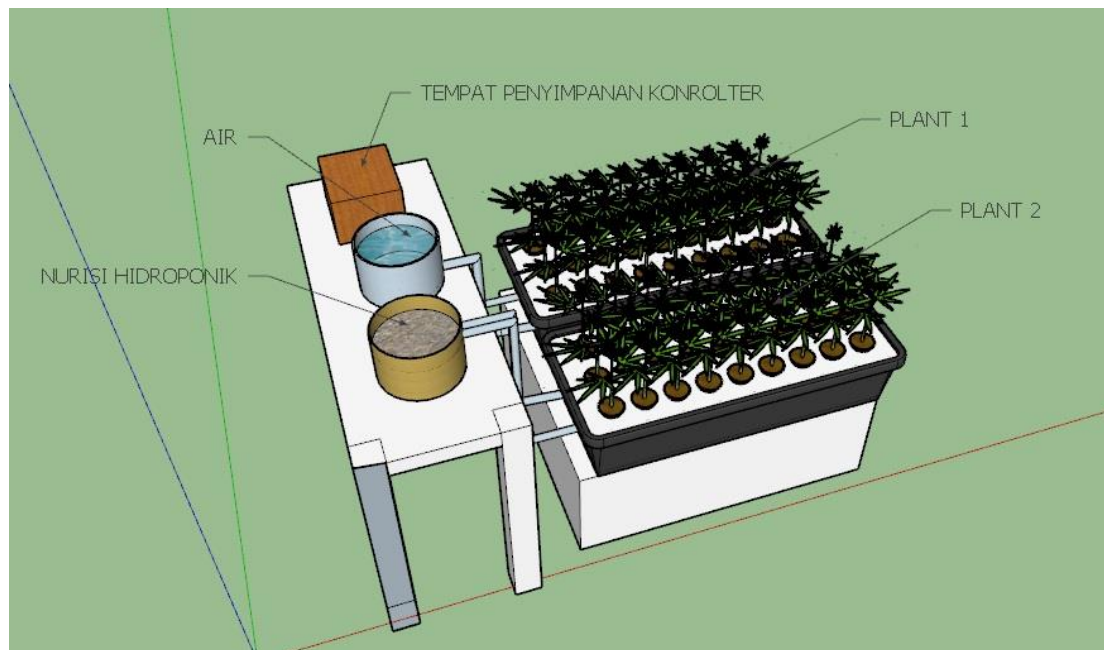
Pada sistem yang terdapat pada gambar 3.2, terdapat 2 plant hidroponik dengan tumbuhan yang berbeda, dimana didalam plant hidroponik tersebut dipasang masing-masing 2 buah sensor, yaitu sensor EC dan sensor ultrasonik. Sementara terdapat 3 pompa di luar plant yang terhubung ke tangki nutrisi AB mix dan air, terdapat 2 pompa pada tangki AB mix dan 1 pompa pada tangki Air, dimana masing masing pompa dikendalikan oleh mikrokontroler melalui motor driver. Terdapat pula valve yang dipasang untuk menahan supply air kedalam plant hidroponik 1 dan 2. Pada sistem ini sensor EC berfungsi sebagai pendeteksi nilai PPM yang terbaca pada plant hidroponik 1 dan 2 , sehingga data tersebut dapat diolah oleh mikrokontroler yang berisikan program PID dan akan memerintahkan pompa nutrisi untuk memberikan nutrisi kepada plant hidroponik apabila nilai EC tidak sesuai dengan set point yang diberikan. Sementara sensor untrasonik berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian air didalam plant, apabila ketinggian tidak sesuai dengan set point maka pompa air akan aktif dan mengisi plant hidroponik 1 dan 2 secara bersamaan, dan apabila salah satu plant telah diisi air dengan cukup, maka valve akan menutup aliran air yang di arahkan kepada plant tersebut, sehingga aliran air dapat sepenuhnya mengisi plant yang lain. Data akan dikirim ke cloude berupa nilai yang terbaca pada sensor EC dan sensor ultrasonic.

4.3 Perancangan Mekanik Sistem

Desain mekanik dibuat dengan menggunakan aplikasi sketchup 2017. Desain mekanik dapat dilihat pada gambar 3.3 dan 3.4.



Gambar 3.2 perancangan sistem



Gambar 3.3 Perancangan Alat tampak samping



Gambar 3.4 Desain Mekanik Hidroponik Tampak Atas

Berdasarkan gambar 3.3 dan 3.4 terdapat beberapa komponen dalam perancangan mekanik sistem kontrol PID untuk pengaturan konsentrasi nutrisi hidroponik sebagai berikut :

1. Kotak panel kontrol berfungsi sebagai tempat penyimpanan alat elektronik agar tertata dengan rapi.
2. Sensor untuk nutrisi akan digunakan sensor ec (electrical conductivity). Pemasangan sensor ini akan dipasang menempel dibagian pinggir bak pencampuran.
3. Sensor level yang digunakan adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik dipasang pada tanki pencampuran berfungsi sebagai indikator level cairan pada tanki tersebut yang nantinya memberi informasi kepada mikrokontroler untuk memutar pengaduk.
4. DC Water Pump 12V merupakan aktuator yang akan dipasang pada tanki nutrisi dan tanki air. Fungsi dari pemasangan aktuator ini adalah untuk mengontrol jumlah supply nutrisi/air sesuai dengan perintah dari sistem kontrol.

5. Sensor pH merupakan sensor yang di pasang di tanki pencampuran yang berfungsi mengukur pH pada plant tersebut.

BAB IV

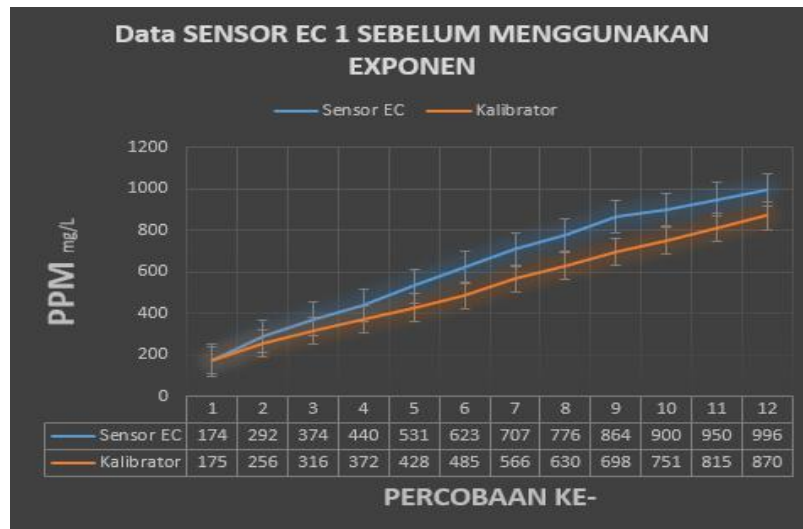
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi sensor EC 1

Dalam melakukan pengukuran, perlu adanya karakterisasi sensor, agar hasil yang didapat sesuai dengan hasil sebenarnya. Pada sistem ini, dilakukan karakterisasi 2 buah sensor dengan tipe yang berbeda.

Proses karakterisasi sensor dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu :

1. Menginstal sensor EC ke mikrokontroler, agar nilai yang dihasilkan oleh sensor dapat terbaca dengan baik
2. Pengukuran nilai sensor EC serta kalibrator pada plant hidroponik
3. Mengukur konsentrasi larutan nutrisi (PPM) pada tangki secara bertahap, mulai dari konsentrasi tanpa nutrisi (air normal) sampai konsentrasinya naik secara bertahap ke nilai tertentu, dalam kasus ini dilakukan pengukuran dari 175 PPM (air normal) – 996 (larutan nutrisi).
4. Proses menaikkan nilai konsentrasi nutrisi dilakukan dengan cara menambahkan larutan nutrisi AB mix secara bertahap, kemudian di aduk dengan pompa yang bertujuan mempercepat proses pelarutan nutrisi AB mix dalam air di tangka hidroponik
5. Mencatat setiap perubahan yang terjadi, baik itu hasil yang di tampilkan pada sensor EC maupun kalibrator secara bertahap
6. Melakukan perhitungan regresi liner terhadap nilai sensor yang terbaca dan nilai kalibrator menggunakan bantuan microsoft excel
7. Didapatkan nilai hasil perhitungan regresi linier dari sensor ec dan kalibrator yaitu ($Y = - 150.8762 + 11445763 * X$) dengan nilai X disini adalah nilai sensor EC yang terbaca.
8. Memasukan persamaan hasil regresi linier ke mikrokontroler, dan berukut merupakan hasil dari kalibrasi sensor ec 1

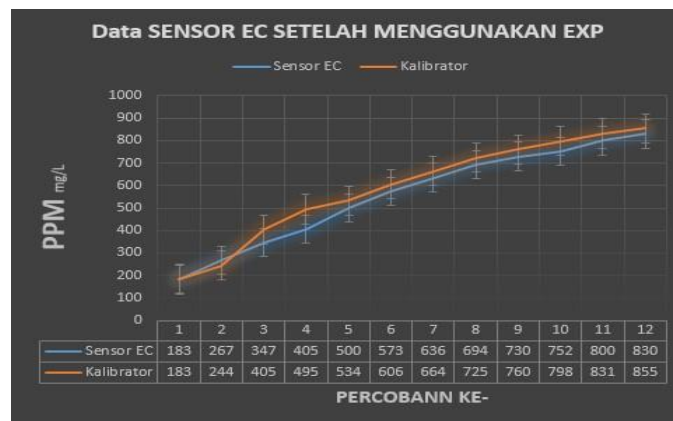


Gambar 4.1 Hasil karakterisasi sensor EC

Dari hasil yang ditunjukkan pada gambar, terlihat bahwa semakin tinggi nilai ppm yang terbaca, maka error semakin tinggi, (rata rata Error = 18,87%) sehingga diperlukan konstanta tambahan agar nilai hasil pembacaan sensor dapat terus mendekati kalibrator.

Salah satu cara yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menambahkan fungsi exponen yang dimasukkan kedalam pemrograman dengan metode *try and error* sampai hasilnya mendekati nilai kalibrator. Fungsi yang ditambahkan yaitu $EC_{real} = Y + 200 * (-Y/5000)$, dan berikut merupakan hasil dari penambahan fungsi exponen.

Setelah ditambahkan fungsi exponent, terlihat bahwa sensor lebih mendekati



Gambar 4.2 Hasil karakterisasi sensor EC setelah menggunakan exponen

nilai kalibrator, dan error menjadi lebih kecil. , (rata rata Error = 7.17%)

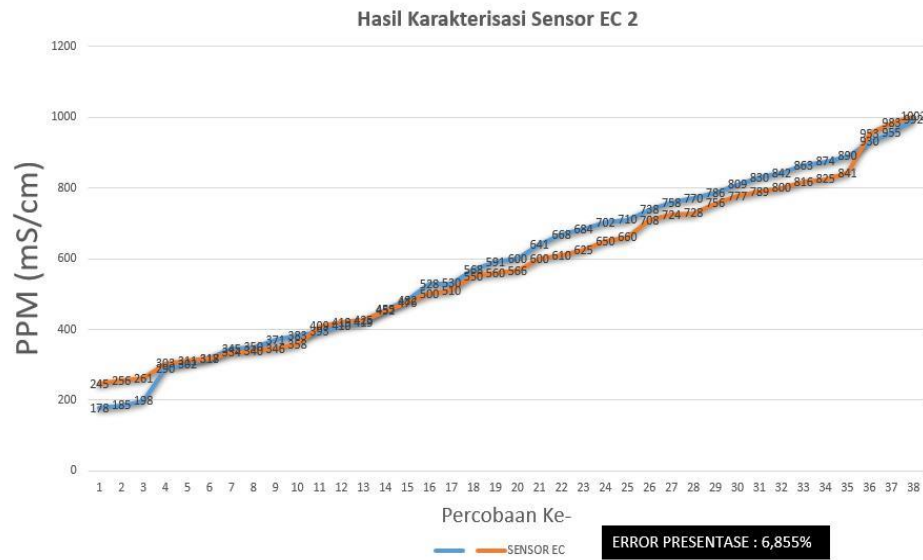
4.2 Karakterisasi sensor EC 2

Proses melakukan karakterisasi sensor EC 2 dilakukan dengan cara yang sama, namun ada sedikit perbedaan pada pengolahannya, yaitu pada sensor 2 ini tidak memerlukan fungsi exponent tambahan.

Proses karakterisasi sensor dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu :

1. Menginstal sensor EC ke mikrokontroler, agar nilai yang dihasilkan oleh sensor dapat terbaca dengan baik
2. Pengukuran nilai sensor EC serta kalibrator pada plant hidroponik
3. Mengukur konsentrasi larutan nutrisi (PPM) pada tangki secara bertahap, mulai dari konsentrasi tanpa nutrisi (air normal) sampai konsentrasinya naik secara bertahap ke nilai tertentu, dalam kasus ini dilakukan pengukuran dari 178 PPM (air normal) – 1002 (larutan nutrisi).
4. Proses menaikkan nilai konsentrasi nutrisi dilakukan dengan cara menambahkan larutan nutrisi AB mix secara bertahap, kemudian di aduk dengan pompa yang bertujuan mempercepat proses pelarutan nutrisi AB mix dalam air di tangka hidroponik
5. Mencatat setiap perubahan yang terjadi, baik itu hasil yang di tampilkan pada sensor EC maupun kalibrator secara bertahap
6. Melakukan perhitungan regresi liner terhadap nilai sensor yang terbaca dan nilai kalibrator menggunakan bantuan microsof excel
7. Didapatkan nilai hasil perhitungan regresi linier dari sensor ec dan kalibrator yaitu ($Y = 89.11755 + 1.170133 * X$) dengan nilai X disini adalah nilai sensor EC yang terbaca.

Memasukan persamaan hasil regresi linier ke mikrokontroler, dan berukut merupakan hasil dari kalibrasi sensor ec 2



Gambar 4.3 Hasil karakterisasi sensor 2 EC

Hasil yang ditunjukkan pada gambar merupakan hasil karakterisasi sensor 2, dengan presentase error 6.855 %

4.3 Karakterisasi aktuator pompa 1 dan 2

Karakterisasi pompa dilakukan bertujuan untuk melihat respon pompa terhadap input yang diberikan, serta mengetahui nilai input tertinggi serta terendah yang dapat diberikan, berikut hasil dari karakterisasi aktuator pompa

Tahapan yang dilakukan dalam proses karakterisasi aktuator pompa sebagai berikut :

1. Menginstall driver motor ke mikrokontroler
2. Menginstall driver motor yang dihubungkan dengan pompa.
3. Menginputkan pemrograman sederhana untuk memberikan nilai pwm terhadap pompa
4. Mengukur nilai tegangan yang dikeluarkan saat diberi input pwm tertentu
5. Menghitung waktu pengisian tangki sampai tangki terisi 5lt air
6. Mencatat dan mengolah data hasil ujicoba pengambilan data (4 angka penting)

input nilai pwm	tegangan terbaca (V)	Liter air	waktu (menit)	debit (l/menit)
2000	8,3	5	4,34	1,15
1900	7,7	5	4,52	1,11
1800	7,2	5	5,12	0,98
1700	7,1	5	5,17	0,97
1600	6,7	5	5,50	0,91
1500	6,2	5	6,18	0,81
1400	5,9	5	6,38	0,78
1300	5,5	5	7,15	0,70
1200	5,2	5	8,17	0,61
1100	4,6	5	10,0	0,50
1000	4,3	5	10,3	0,49
900	3,7	5	16,3	0,31
800	3,2	5	24,3	0,21
700	2,8	5	28,5	0,18
600	2,8	5	28,5	0,18
500	2,8	5	28,5	0,18
400	2,0	5	71,0	0,07

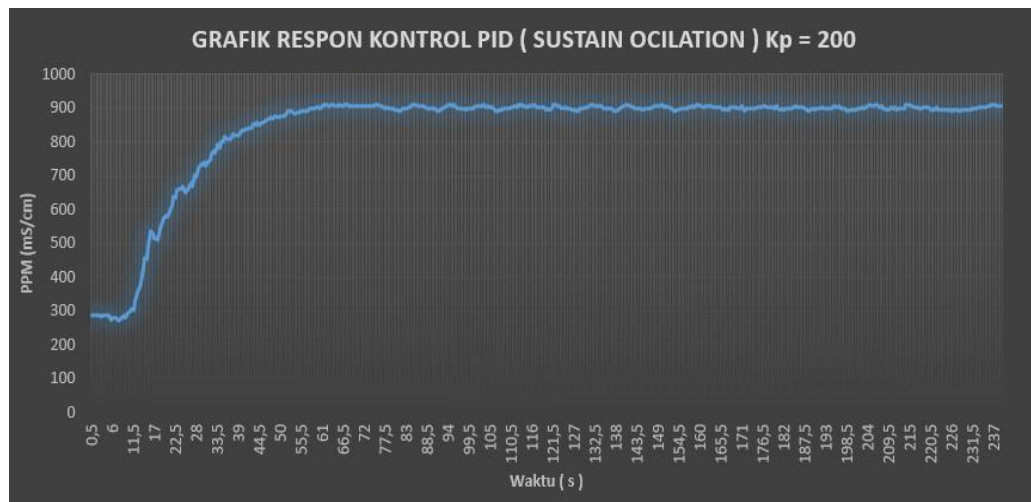
Gambar 4.4 Hasil karakterisasi Pompa

Hasil yang di tunjukan pada karakterisasi aktuator pompa menunjukan hasil yang linier antara tegangan input dan keluaran nilai pwm, dan nilai minimum ada pada tegangan 2v atau 400 pwm, dan nilai maksimum ada pada tegangan 8.3v atau 2000 pwm. Pompa 1 dan 2 merupakan jenis pompa yang sama, sehingga untuk hasil dan percobaan hanya dilakukan pada pompa 1, selanjutnya data hasil karakterisasi diterapkan untuk kedua pompa tersebut.

4.4 Metode tuning Ziegler Nichole 2

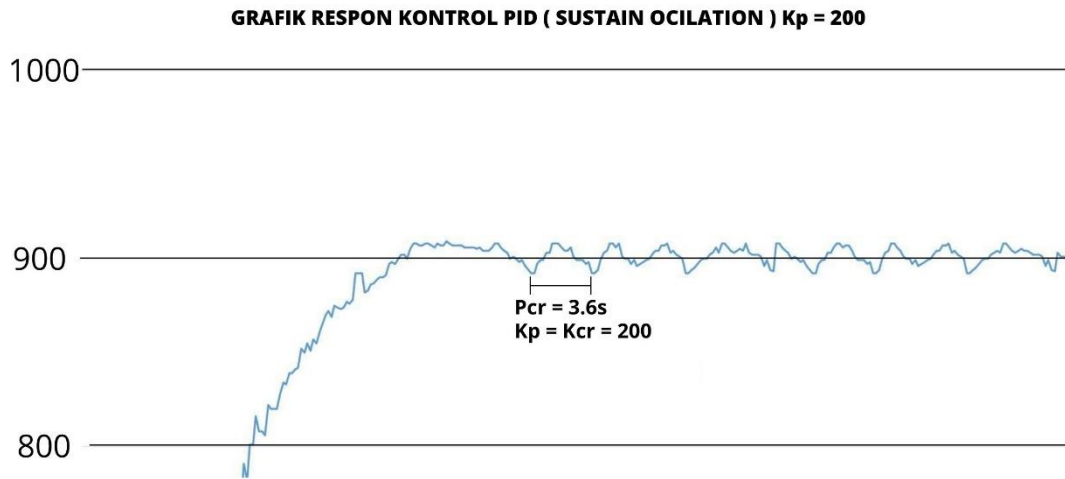
Prosen tuning PID bertujuan untuk mendapatkan konstanta kontrol PID yang sesuai dengan plant dan sistem yang digunakan. Adapun tahapan tahapan yang dilakukan pada penelitian kali ini untuk mendapatkan konstanta yang di inginkan:

1. Sesuai dengan metode ZN 2, tahap pertama yang perlu dilakukan adalah dengan mensetting nilai K_p dari 0 sampai nilai tertentu, dan $K_i = \infty$ serta $K_d = 0$, yang mana saat nilai tersebut di inputkan kedalam sistem, maka sistem harus berosilasi diantara setpoint. Nilai K_p yang di coba pada penelitian kali ini dilakukan dari nilai 10 – 300, dan grafik kontrol PID yang mendekati osilasi ada pada nilai $K_p = 200$. Nilai percobaan dari $K_p= 10$ sampai $K_p= 300$ dipakai sebagai nilai pencarian tuning karena saat percobaan dilakukan, saat nilai $K_p=200$ sudah mendapatkan grafik dengan kondisi *sustain oscillation*, sehingga untuk K_p diatas 200-300 merupakan uji coba pembuktian apakah nilai 200 adalah nilai paling pas untuk dijadikan K_p kritis, ternyata saat dilakukan percobaan sampai $K_p=300$, respon yang dihasilkan dari $K_p 200$ masih menjadi nilai yang paling mendekati kondisi *sustain oscillation* sesuai dengan metode Ziegler nichole 2.



Gambar 4.5 Hasil Tuning $K_p 200$ (zoom out)

Bila dilihat secara sekilas, grafik tersebut terlihat normal, karena data yang terlalu berdekatan sehingga gelombang osilasi pada setpoint tidak terlihat, namun jika dilihat lebih detail, maka akan tampak bahwa terdapat osilasi yang terjadi disekitar setpoint (gambar 4.6)



Gambar 4.6 Hasil Tuning Kp 200 (zoom in)

Dari grafik tersebut, bias diketahui bahwa nilai $K_p = K_{cr} = K_p$ kritis = 200, dan $P_{cr} = 3.6$ s. selanjutnya nilai tersebut dapat disesuaikan dengan parameter kontrol sesuai dengan ketentuan Ziegler nichole 2

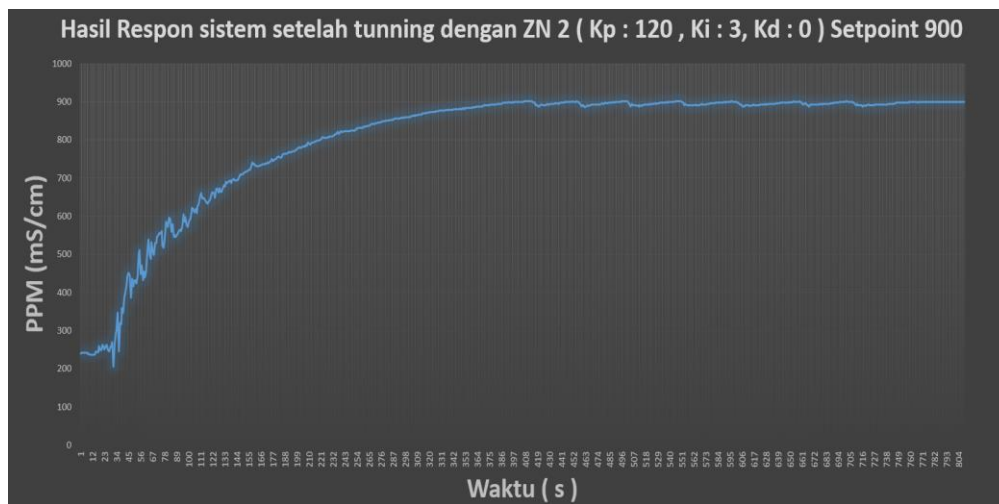
Type of Controller	K_p	T_i	T_d
P	$0.5K_{cr}$	∞	0
PI	$0.45K_{cr}$	$\frac{1}{1.2} P_{cr}$	0
PID	$0.6K_{cr}$	$0.5P_{cr}$	$0.125P_{cr}$

Gambar 4.7 tabel parameter PID Ziegler nichole 2

Dalam kasus ini, parameter kontrol hanya menggunakan tipe kontrol PI saja, dikarenakan sudah mencukupi dan memenuhi kebutuhan sistem, maka jika kita menggunakan kontrol PI, nilai $K_p = 0.45 \cdot K_{cr} = 0.45 \cdot 200 = 90$ dan $K_i = 1/1.2 \cdot P_{cr} = 1/1.2 \cdot 3.6 = 4.3$, maka nilai $K_p = 90$ dan $K_i = 4.3$ serta $K_d = 0$. Dengan mendapatkan nilai tersebut, artinya metode Ziegler nichole 2 telah berhasil dilakukan dan nilai hasil tuning sudah didapatkan, yang selanjutnya nilai tersebut diaplikasikan kedalam pemrograman untuk dibuktikan hasil respon yang didapatkan

4.5 Hasil Kontrol PI

Setelah melakukan ujicoba dari hasil perhitungan Ziegler nichole 2, nilai Kp dan Ki sedikit dimodifikasi, agar hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diinginkan. Untuk penggunaan nilai Kp=90 dan Ti=3, hasil respon yang didapat memiliki error pada keadaan steady state lebih dari 1%, sehingga perlu dilakukan penambahan konstanta Kp agar lebih dekat terhadap setpoint yang diinginkan, dari hasil penambahan Kp menjadi 120, hasil respon yang didapat pada setpoint 900 stabil di nilai sekitar 896-903 yang mana error pada Kp=120 dan Ki=3 kurang dari 1%. Setpoint 900 merupakan kebutuhan nutrisi tanaman sawi secara umum, yaitu dengan range kebutuhan nutrisi 840-1680 PPM (mS/cm). Perubahan nilai akhir parameter PI menjadi Kp= 120 Ki=3 dan Kd =0, berikut merupakan hasil responnya :



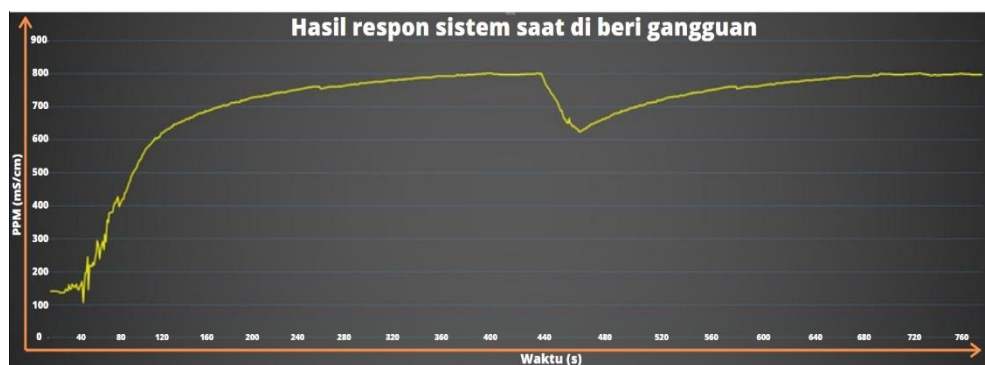
Gambar 4.8 Hasil respon PI sistem hidroponik (Kp=120, Ki=3, Kd=0)

Dari gambar tersebut terlihat bahwa respon yang dihasilkan sudah sangat baik, rise time yang di perlukan untuk mencapai setpoint sekitar 7 menit, dan sistem terus mempertahankan kondisi pada keadaan stabil di setpoint 900 PPM (mS/cm), range terukur pada kondisi tunak ada di sekitar 896-903 PPM (mS/cm).

4.6 Hasil respon sistem terhadap gangguan

Pada percobaan kali ini diberikan gangguan terhadap sistem ketika sudah mencapai setpoint, pada percobaan kali ini setpoint berada pada nilai 800, dikarenakan untuk kebutuhan tanaman selada ada pada range 540-840 PPM (mS/cm).

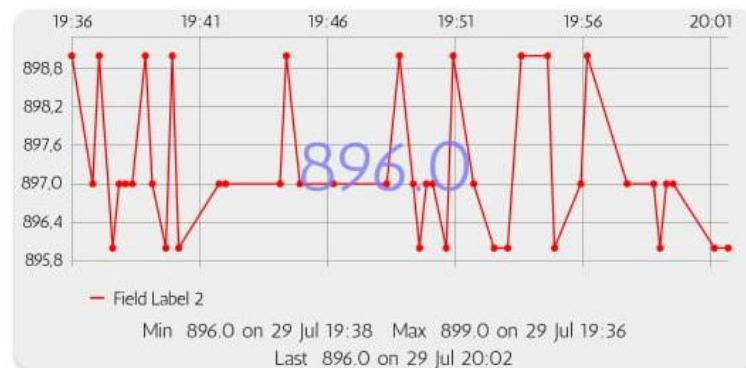
Percobaan kali ini merupakan simulasi hasil respon sistem yang diberikan gangguan berupa air sebanyak 2lt secara bertahap, gangguan air sebanyak 2lt merupakan laju penyerapan air tanaman selada dalam sehari saat kondisi dewasa (sekitar 50 hari) [2].



Gambar 4.6 Hasil respon sistem terhadap gangguan

Dari grafik terlihat bahwa respon sistem terhadap gangguan yang diberikan menunjukkan respon yang baik, dengan cepat sistem merespon untuk mengembalikan kondisi ke setpoint, dan pada saat telah sampai setpoint, nilai tetap terjaga dengan nilai error kurang dari 1%. Ini membuktikan bahwa sistem sudah mencapai kondisi yang baik karena mampu merespon gangguan yang diberikan serta mengembalikan kepada kondisi yang diinginkan.

4.7 Hasil data untuk monitoring (IoT) ke server Thingspeak



Gambar 4.7 Hasil data upload melalui server Thingspeak

Data yang diambil dari plant hidroponik pada percobaan pertama (gambar 4.8) selanjutnya di kirim ke server Thingspeak, data berupa rekaman sensor yang terbaca pada *plant*. Ada waktu delay 15 detik untuk setiap data yang terupload ke Thingspeak, ini dikarenakan server masih menggunakan versi non premium, sehingga delaynya cukup lama, selain itu data yang ada pada (gambar 4.7) merupakan data sampel untuk menunjukkan bahwa sistem telah berhasil mengirimkan data ke internet dan dapat di akses melalui smartphone atau PC yang berfungsi sebagai sistem monitoring secara *realtime*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada penelitian ini, sistem kontrol untuk dua jenis tanaman sudah berhasil dilakukan. Hasil respon sistem dibuktikan dengan memberikan gangguan terhadap sistem berupa simulasi penyerapan air pada tumbuhan selada dewasa, dengan cara penambahan air secara bertahap kedalam sistem sebanyak 2 liter air, dan sistem sudah berhasil menjaga nilai setpoint 800 PPM untuk plant satu dan 900 PPM untuk plant dua, serta error masing masing plant ada pada range 1% .
2. parameter kontrol diperoleh menggunakan Ziegler nichole 2 dengan hasil akhir $K_p = 120$ dan $T_i = 3$. Dan sistem sudah berhasil menjaga nilai setpoint 800 PPM untuk plant satu dan 900 PPM untuk plant dua, serta error masing masing plant ada pada range 1% .
3. Metode kontrol untuk sistem Wick hidroponik cocok dilakukan untuk jenis tumbuhan atau buah yang memiliki kebutuhan nutrisi antara 800-1300 saja, dikarenakan untuk kebutuhan nutrisi diatas 1300, dikhawatirkan sensor tidak bisa membaca nilai yang stabil dalam waktu lama, selain itu kapasitas sensor dengan harga terjangkau rata-rata hanya dapat membaca nilai PPM maksimum disekitar 1200-1350, untuk menaikkan kapasitas sensor agar dapat mencapai batas maksimum diatas 2000 diperlukan sensor yang lebih baik dan harga yang lebih tinggi, bahkan melebihi biaya total pembuatan kit untuk sistem Wick hidroponik.
4. sistem sudah berhasil mengirimkan data ke internet, pada penelitian ini digunakan Thingspeak sebagai server, serta sistem

sudah dapat dimonitoring secara realtime dan dapat diakses melalui *smartphone* dan PC.

5.2 saran

1. sensor yang digunakan sebaiknya merupakan sensor yang seperti sensor EC 2, karena lebih stabil dan mudah dikarakterisasi
2. penggunaan IoT sebaiknya menggunakan server yang dapat mengirimkan data perdetik, agar hasil data lebih baik
3. Gunakan metode lain untuk sebagai perbandingan dan mengetahui hasil mana yang lebih baik.
4. Untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan parameter yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tiominar, Agatha Kinanthi Adhi, Andriyono Kilat Rachmina, Dwi, “Penerapan Teknologi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) dalam Peningkatan Produksi Usahatani Padi di Kabupaten Cianjur”: 2015
- [2] Riani Muharomah, Budi Indra Setiawan, M. Yanuar J. Purwanto. 2017. Konsumsi dan kebutuhan air selada pada teknik hidroponik sistem terapung
- [3] Dinas Tanaman Pangan, hortikultural dan perkebunan kabupaten luwu utara.”Unsur Hara Makro dan Mikro yang dibutuhkan oleh Tanaman”.2017
- [4] Prof. Dr. Nurpilihan Bafdal, Dr. Edy Suryadi, Ir., MT, Dr. Dwi Rustam Kendarto, S.Si., MT, Chay Asdak, Ir., M.Sc., Ph.D, Dr. Wagiono, Ir, Dr. Santi Rosniawati, SP., MP, Dr. Wawan Herawan, Ir., M.Si “Supply and demand water management on self watering fertigation sistem” 2015
- [5] Bugbee, B. 2004. Nutrient Management in Recirculating Hydroponic Culture. In: Proceedings of the South Pacific Soilless Culture Conference. M. Nichols, ed. Acta Hort 648: 99-112
- [6] Rauf Ibrahim, M. Naufal. 2015. Desain Sistem Kontrol Otomatik Larutan Nutrisi Berbasis Electrical Conductivity Untuk Budidaya Hidroponik Menggunakan Logika Fuzzy. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
- [7] Nurul Insyani, M. Ramdhan Kirom, S.Si., M.Si., Ahmad Qurthobi, M.T.2020. pengaruh kontrol nutrisi dengan menggunakan proportional integral ziegler nichols terhadap produksi selada dengan teknik hidroponik nft
- [8] <http://elektronika-dasar.web.id/teori-motor-dc-dan-jenis-jenis-motor-dc/>. [diakses pada 20 agustus 2020]
- [9] <http://data.jakarta.go.id/dataset/datadkimenurutkepadatanpenduduk>. [diakses pada 21 agustus 2020]

- [10] <http://prfmnews.com/berita.php?detail=minimnya-lahan-pertanian-di-kota-bandung-akibat-alih-fungsi-lahan> [diakses pada 21 agustus 2019]
- [11] <http://www.mongabay.co.id/2016/09/17/hidroponik-solusi-pertanian-lahan-sempit-di-perkotaan/> [diakses pada 21 agustus 2020]
- [12] <https://dailysocial.id/post/perkembangan-industri-internet-of-things-di-indonesia-tahun-2017> [diakses pada 21 agustus 2020]
- [13] <https://www.merdeka.com/uang/ironis-pemenuhan-kebutuhan-pangan-indonesia-dipenuhi-dari-impor.html> [diakses pada 21 agustus 2020]
- [14] <http://majalahasri.com/kenali-lebih-dekat-wick-system/> [diakses pada 21 agustus 2020]
- [15] <https://instrumentationsystem.blogspot.com/2011/05/metoda-tuning-ziegler-nichols.html> [diakses pada 19 agustus 2020]
- [16] <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/40/Pid-feedback-nct-int-correct.png> [diakses pada 20 agustus 2020]
- [17] <https://id.pinterest.com/pin/28358672631877622/> [diakses pada 20 agustus 2020]
- [18] <https://embeddednesia.com/v1/wemos-d1-board-esp8266-yang-kompatible-dengan-arduino/> [diakses pada 20 agustus 2020]
- [19] <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298n/> [diakses pada 20 agustus 2020]
- [20] http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=PCA9685_16_Channel_12_Bit_PWM_Servo_Driver [diakses pada 20 agustus 2020]
- [21] <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-module-adc-ads1115/> [diakses pada 20 agustus 2020]
- [22] https://wiki.dfrobot.com/Analog_EC_Meter_SKU_DFR0300 [diakses pada 20 agustus 2020]

[23] <https://electropeak.com/r385-water-air-diaphragm-pump> [diakses pada 20 agustus 2020]