

Analisa Posisi Sensor TDS Pada Sistem Kendali Air dan Nutrisi AB MIX

TDS Sensor Position Analysis In AB MIX Water And Nutrition Control Systems

Madrofi^{1*}, Putra Wisnu Agung Sucipto², Abdul Hafid Paronda³

^{1,2,3} Universitas Islam 45 Bekasi

madrofiii02@gmail.com^{1*}, wisnu@unismabekasi.ac.id², hafid_paronda@unismabekasi.ac.id³

Abstrak – Hidroponik beberapa tahun ini menjadi salah satu metode pertanian yang semakin populer. Melon hidroponik memerlukan nutrisi yaitu nutrisi AB mix yang terdiri dari dua larutan nutrisi dasar yang disebut "Larutan A" dan "Larutan B". Nutrisi ini dikenal dengan AB mix, konsentrasi larutan AB mix yang digunakan sebagai Setpoint adalah PPM 800. Sistem kendali air dan nutrisi memiliki keunggulan mengontrol variabel-variabel penting seperti kepekatan nutrisi dan volume air. PID pertama mengontrol volume air dalam sistem, sementara PID kedua mengontrol kepekatan nutrisi AB mix. PID pertama bertanggung jawab untuk memantau dan mengatur volume air. Tujuannya menjaga volume air yang diinginkan, sehingga tanaman menerima pasokan air yang cukup. PID kedua, di sisi lain, memantau dan mengatur kepekatan nutrisi AB mix dalam larutan. Hasil respon sistem yang dikontrol menggunakan kontrol PID kepekatan nutrisi dengan Output PPM 862, Rise Time 19 detik, Settling time 92 detik, Peak time 74 detik, dan Error Steady state 2,38%.

Kata Kunci: AB MIX, PID, Air, Nutrisi.

Abstract – In recent years, hydroponics has become an increasingly popular agricultural method. Hydroponic melons require nutrition, namely AB mix nutrition which consists of two basic nutrient solutions called "Solution A" and "Solution B". This nutrient is known as AB mix, the concentration of the AB mix solution used as the Setpoint is PPM 800. Water control system and nutrition has the advantage of controlling important variables such as nutrient concentration and water volume. The first PID controls the water volume in the system, while the second PID controls the nutrient concentration of the AB mix. The first PID is responsible for monitoring and regulating the water volume. The goal is to maintain the desired water volume, so that the plants receive an adequate water supply. The second PID, on the other hand, monitors and regulates the nutrient concentration of AB mix in the solution. The results of the system response are controlled using PID control of nutrient concentration with Output PPM 862, Rise Time 19 seconds, Settling time 92 seconds, Peak time 74 seconds, and Steady state error 2.38%.

Keywords: AB MIX, PID, Water, Nutrients.

1. Pendahuluan

Hidroponik pada beberapa tahun ini telah menjadi salah satu metode pertanian yang semakin populer. Cara ini tidak memerlukan penggunaan tanah sebagai media tumbuh tanaman dan mengandalkan larutan nutrisi untuk menyuburkan tanaman[1][2]. Nutrisi AB mix, yang terdiri dari dua larutan nutrisi dasar yang disebut "Larutan A" dan "Larutan B", telah terbukti efektif dalam memberikan nutrisi yang cukup untuk tanaman hidroponik[3].

Sekarang ini sangat mudah diperoleh formulasi instan nutrisi hidroponik di pasaran yang dikenal dengan AB mix. Konsentrasi larutan AB mix yang tepat pada melon hidroponik adalah 1800 ppm[4]. Namun, untuk memaksimalkan pertumbuhan dan hasil tanaman, penting untuk



menjaga keseimbangan nutrisi yang benar selama siklus hidroponik. Ini termasuk pemantauan dan penyesuaian rasio nutrisi campuran AB berdasarkan kebutuhan tanaman pada setiap tahap pertumbuhan[4]. Dalam hal ini, penggunaan sistem kendali dapat membantu dalam proses pencampuran volume air dan nutrisi AB *mix* untuk mendapatkan nilai ppm yang terukur.

Sistem kendali air dan nutrisi memiliki keunggulan dalam mengontrol variabel-variabel penting seperti kepekatan nutrisi dan volume air[5][6]. Dalam sistem kendali yang diusulkan, pengendalian dilakukan oleh dua PID yang berbeda. PID pertama mengontrol volume air dalam sistem, sementara PID kedua mengontrol kepekatan nutrisi AB *mix*.

PID pertama bertanggung jawab untuk memantau dan mengatur volume air dalam sistem hidroponik. Melalui umpan balik dari sensor *flow* meter, PID pertama akan menghasilkan sinyal kontrol yang mempengaruhi aliran air masuk atau keluar dari sistem[7][8]. Tujuannya adalah untuk menjaga volume air dalam rentang yang diinginkan, sehingga tanaman menerima pasokan air yang cukup.

PID kedua, di sisi lain, memantau dan mengatur kepekatan nutrisi AB *mix* dalam larutan. Umpan balik dari sensor kepekatan nutrisi digunakan oleh PID kedua untuk menghasilkan sinyal kontrol yang mengatur jumlah nutrisi yang ditambahkan ke wadah penampung berisi air[9][10]. Hal ini memastikan bahwa nutrisi yang diberikan kepada tanaman berada dalam tingkat yang sesuai dan stabil.

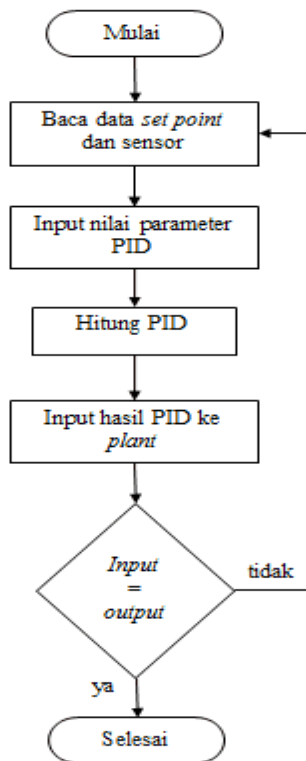
Berdasarkan permasalahan terkait pencampuran nutrisi AB *mix* dan solusi dari peneliti atas masalah yang ada, maka penulis melakukan penelitian dengan judul “**Analisa Posisi Sensor TDS Pada Sistem Kendali Air Dan Nutrisi AB Mix**”. Dengan menggunakan metode PID dalam sistem kendali, di mana PID pertama mengontrol volume air dan PID kedua mengontrol kepekatan nutrisi AB *mix* tanpa adukan, dalam melakukan upaya penelitian ini penulis membuat beberapa percobaan pada penempatan sensor TDS untuk mendapatkan posisi terbaik pada sensor TDS guna mendapatkan hasil yang optimal dan juga meningkatkan kualitas dan hasil panen, serta mengurangi konsumsi nutrisi yang berlebih pada melon hidroponik.

2. Metode Penelitian

2.1. Perancangan Perangkat Lunak

Sistem Kendali

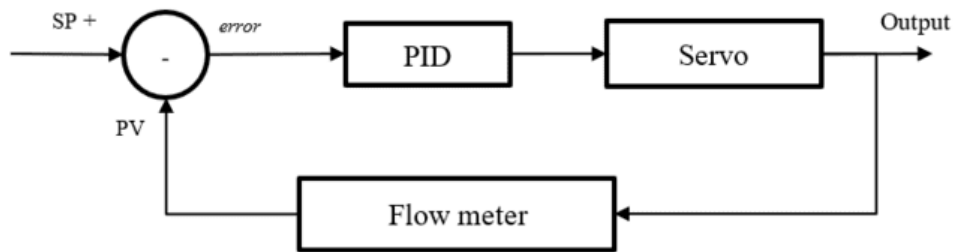
Perancangan sistem kendali dibuat dalam bentuk diagram alir. Hal digunakan untuk memudahkan proses pembuatan kode program dan analisa kesalahan. Pada perancangan sistem kendali dalam bentuk diagram alir ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 36. Diagram Alir Sistem Kendali

Gambar 1 merupakan diagram alir sistem kendali yang dimulai dengan baca data *Set point* dan sensor yaitu dengan membaca nilai yang ada divariabel *Set point* dan data hasil pembacaan sensor. Nilai *Set point* sebelumnya harus dideklarasikan terlebih dahulu dengan acuan tertentu, *Set point* yang digunakan 3400 ml air untuk volume air dan PPM 800 untuk nutrisi, yang diperoleh dengan menyesuaikan untuk kebutuhan tanaman melon hidroponik berusia 2 minggu. Lalu input nilai parameter PID dengan memasukkan nilai K_p , K_i , K_d . Setelah mendapatkan hasil nilai dari perhitungan sebelumnya, dilakukan dengan menghitung nilai PID. Setelah mendapatkan nilai PID dilanjutkan dengan input hasil PID ke *plant*, jika respon sistem nilai $Output = Input$ maka berhasil, dan jika nilai respon sistem $Output$ tidak $= Input$ diulangi dengan baca data *Set point* dan sensor kembali sampai mendapatkan respon sistem nilai $Output = Input$ berhasil.

Sistem yang dirancang mampu mengontrol volume dan tingkat kepekatan nutrisi secara bersamaan. Penggabungan sistem dilakukan dengan menelaah dan meneliti bagian mana saja dari satu sistem yang akan mempengaruhi sistem lainnya. Pada objek penelitian volume air akan mempengaruhi tingkat kepekatan nutrisi. Semakin banyak air maka tingkat kepekatan akan menurun dan sebaliknya. Dalam hal ini artinya bila ingin menurunkan tingkat kepekatan maka perlu ditambahkan air. Untuk menambahkan kepekatan maka perlu ditambahkan biang nutrisi. Kesimpulan dari 2 persyaratan tersebut dipengaruhi oleh output PID, karena output PID yang memberi sinyal plant untuk melakukan tindakan. Blok diagram sistem kontrol variabel volume air ditunjukkan pada gambar 2. Nilai output PID adalah sinyal PWM untuk mengatur sudut bukaan servo.

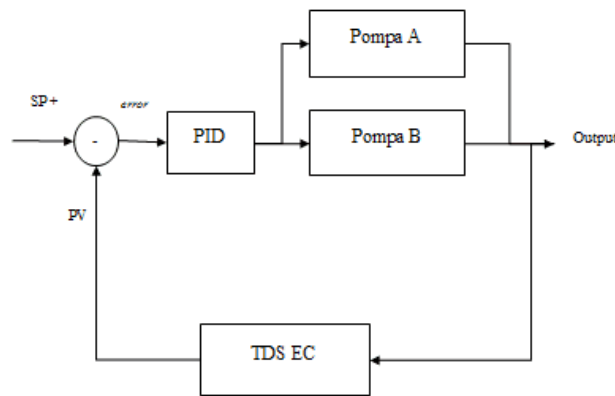


Gambar 37. Blok Diagram Kontrol Variabel Volume

Gambar 2 blok diagram kontrol variabel volume, nilai *Set point* yang telah ditentukan dikurangi dengan nilai bacaan sensor *Flow meter* maka dihasilkan nilai *error*. Kemudian nilai *error* dimasukkan kedalam perhitungan PID yang akan menghasilkan *Output* PID, nilai ini dijadikan sinyal PWM untuk mengatur bukaan servo. Air yang mengalir melalui *Flow meter* akan dibaca jumlah volumenya yang kemudian menjadi sinyal *Feedback*. Semakin besar nilai output PID maka semakin besar sudut bukaan servo dan air akan mengalir semakin cepat, begitupun sebaliknya. Nilai volume yang dihasilkan sistem akan dibaca oleh sensor *Flow meter*.

Blok diagram sistem kendali untuk kontrol variabel kepekatan nutrisi ditunjukkan blok diagram metode kontrol yang digunakan adalah PID kontrol, sama halnya dengan sistem kendali untuk kontrol volume air. Perbedaan terdapat pada *plant* yang digunakan.

Sistem kontrol variabel kepekatan nutrisi hampir sama dengan kendali volume air, karena metode kontrol yang digunakan adalah PID kontrol pula. Terlihat pada gambar 3 yang menunjukkan blok diagram kontrol variabel kepekatan nutrisi, terdapat bagan PID yang kemudian diteruskan ke motor dan pompa.

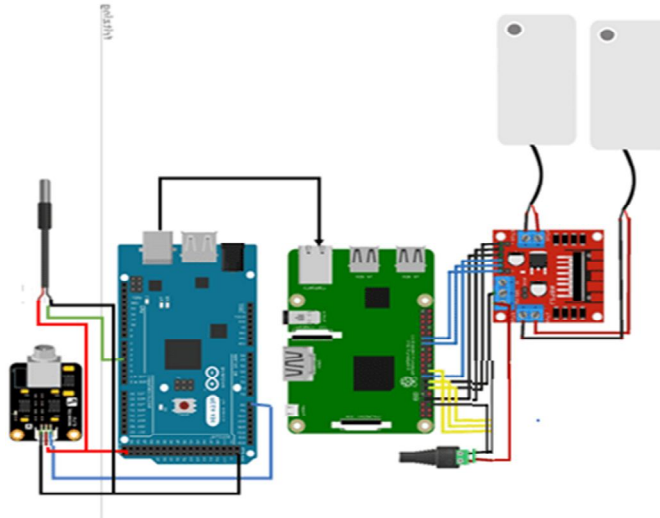


Gambar 37. Blok Diagram Kontrol Variabel Kepekatan Nutrisi

Gambar 2 blok diagram kontrol variabel kepekatan nutrisi, nilai *Set point* yang telah ditentukan dikurangi dengan nilai bacaan sensor TDS maka dihasilkan nilai *error*. Kemudian nilai *error* dimasukkan kedalam perhitungan PID yang akan menghasilkan *Output* PID, nilai ini dijadikan sinyal PWM untuk mengatur PWM pompa A dan pompa B, dimana dua pompa ini yang akan menginjeksi larutan A dan B. Proses ini menghasilkan nilai kepekatan larutan nutrisi yang kemudian dibaca oleh sensor TDS. Nilai yang didapat kemudian menjadi sinyal *Feedback*.

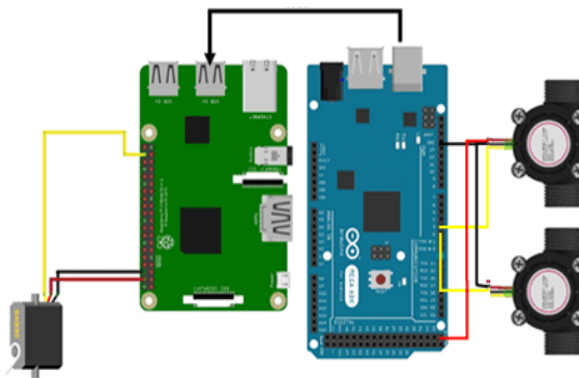
2.2. Perancangan Rangkaian Elektrik

Perancangan rangkaian elektrik adalah merancang alat untuk mengaplikasikan dan menguji sistem kendali yang dibuat. Pada perancangan sistem kendali terdapat 2 buah sistem kontrol yaitu kontrol variabel volume air dan kontrol variabel kepekatan nutrisi. Maka diperlukan sistem elektronika untuk uji sistem kontrol volume serta tingkat kepekatan nutrisi. Gambar 4 merupakan skema rangkaian elektronika sistem kontrol variabel volume air.



Gambar 38. Skema Rangkaian Elektronika Sistem Kendali Variabel Volume Nutrisi

Sinyal PWM yang diberikan raspberry PI bernilai 0 sampai 100. Sensor yang digunakan pada kontrol tingkat kepekatan nutrisi adalah TDS EC. Sensor ini mampu membaca nilai kepekatan nutrisi 0 sampai 1000 ppm. Pembacaan nilai sensor diproses oleh arduino mega 2560. Nilai sensor yang telah diproses arduino mega 2560 kemudian dikirimkan ke raspberry PI untuk selanjutnya dikalkulasi pada PID kontrol. Hasil kalkulasi PID akan menjadi sinyal PWM untuk mengatur aliran nutrisi yang dialirkan. Selain itu, sensor suhu DS18B21 dipergunakan untuk mendapatkan nilai bacaan sensor TDS EC yang lebih akurat. Pasalnya suhu air berpengaruh terhadap tingkat kepekatan larutan nutrisi. Rangkaian elektronika kontrol variable volume air dan nutrisi ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 39. Rangkaian Elektronika Kontrol Variabel Volume Air

Gambar 5 rangkaian elektronika kontrol variabel volume air. Pembacaan sensor flow meter diproses oleh Arduino mega 2560. Terdapat 2 buah *Flow meter*, yang pertama untuk volume *Input* dan yang kedua untuk volume *Output*. Servo dikendalikan oleh raspberry PI, dan nilai dari sensor akan dikirim oleh arduino melalui kabel USB. Nilai bacaan sensor yang diterima raspberry dari Arduino mega 2560 akan diproses dan dijadikan salah satu variabel kalkulasi PID kontrol. Servo terhubung ke pin GPIO 20 raspberry PI. Output data *flow* meter terhubung ke pin 2 dan 3 arduino mega 2560. Output data *flow* meter terhubung ke pin 2 dan 3 arduino mega 2560. Flow meter bertugas untuk mengukur aliran air. Semakin besar selisih antara *set point* dan nilai bacaan sensor maka semakin besar nilai output PID yang dihasilkan. Semakin besar nilai output PID maka semakin besar sudut bukaan servo dan air akan mengalir semakin cepat, begitupun sebaliknya. Nilai volume yang dihasilkan sistem akan dibaca oleh sensor *Flow* meter.

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 40. Alat Pencampuran Nutrisi AB Mix

Objek penelitian yaitu larutan nutrisi dicampurkan dalam wadah penampung yang digunakan sebagai tempat pencampuran air dan biang nutrisi dilarutkan bersama dengan tanpa adukan dan diendapkan dalam 1 jam. Hasil perakitan alat dapat dilihat pada Gambar 6. Kapasitas tempat pencampurannya adalah 80 liter.

Untuk jalur pengisian air berasal dari sumber *external*, yaitu berasal dari air torn/tower air bertangki dan lain sebagainya. Jalur pengisian air dilengkapi dengan flow meter sebagai sensor aliran dan volume airnya. Tersedia juga yang bertugas membuka dan menutup laju air ke wadah pencampuran adalah keran berservo.

Nutrisi A dan B disimpan dalam wadah *internal* berkapasitas 10 liter, terdapat 2 buah wadah biang nutrisi yaitu untuk biang A dan B. Biang nutrisi dipompa oleh pompa DC 12 volt pada masing-masing biang. Pada saat larutan nutrisi A dan B tercampur dengan air diwadah lalu diendapkan selama 1 jam agar larutan tercampur sempurna. Setelah itu kepekatan campuran nutrisi dan air diukur dengan sensor TDS EC dengan beberapa pengujian pada posisi sensor untuk menentukan posisi terbaik sensor TDS dalam mendeteksi kepekatan campuran nutrisi.

Pengujian sistem dilakukan guna mengetahui respon sistem yang dibuat. Dalam hal ini berarti untuk mengetahui hasil keluaran sistem setelah diberi masukan. Pengujian sistem kendali terdapat beberapa bagian, yaitu pengujian sistem kontrol variabel volume air, sistem kontrol variabel kepekatan nutrisi dengan cara menempatkan sensor TDS di beberapa posisi guna mengetahui titik terbaik untuk mendeteksi kepekatan nutrisi di wadah.

3.1. Penentuan Konstanta PID Berdasarkan Variabel Volume Air

Pengujian kendali volume air berarti menentukan nilai parameter PID yang tepat untuk pengendalinya. Tahap menentukan nilai parameter PID yang pertama dilakukan penulis adalah hanya menggunakan kontroler P saja, yang dimana kontroler P ini digunakan untuk penguat atau pengali nilai error guna mempercepat respon sistem mencapai nilai masukan yang diberikan. Pada pengujian variable air, dilakukan dengan menambahkan sistem untuk kebutuhan media tanam melon hidroponik 2 minggu yaitu 170 ml, dan tanaman yang digunakan berjumlah 20 dengan ukuran diameter masing-masing tanaman 30cm. Tabel 1 menunjukkan hasil keluaran sistem yang diberikan kontroler P dengan variasi nilai 1 sampai 1,8. Nilai awal sensor yang terbaca semua berawal dari 0. Pengujian tingkat volume menggunakan gelas ukur dengan kapasitas 5000 ml, maka dari itu pengujian menetapkan nilai *set point* 3400 ml guna air tidak melebihi gelas ukur bila terjadi *overshoot* berlebihan.

Tabel 2 Data Respon Sistem Variasi Nilai Kp

| No | Nilai Kp | Set Point | Hasil |
|----|----------|-----------|-------|
| 1 | 1 | 3400 | 3407 |
| 2 | 1,1 | 3400 | 3404 |
| 3 | 1,2 | 3400 | 3417 |
| 4 | 1,4 | 3400 | 3426 |
| 5 | 1,8 | 3400 | 3589 |

Pada tabel 1 dapat ditentukan nilai nilai parameter Kp yang paling mendekati *set point* adalah 1. Hasil sistem diambil yang mendekati, karena pada sistem riil tidak terdapat *plant* untuk mengurangi nilainya, melainkan sistem akan terus bertambah nilai keluarannya, maka dari itu nilai keluaran yang mendekati masukan yang menjadi acuan nilai tetap kontroler. Hal ini dilakukan guna sistem tidak menghasilkan *overshoot* yang berlebih. Untuk menaikan keluaran sistem agar sama dengan *set point* maka kontroler I ditambahkan. Tabel 2 menunjukkan hasil respon sistem yang telah diberi kontroler P dan I, dengan nilai Kp = 1 dan variasi Ki antara 0,000001 sampai 0,1.

Tabel 3 Data Pengujian Dengan Kp = 1 dan Variasi Ki

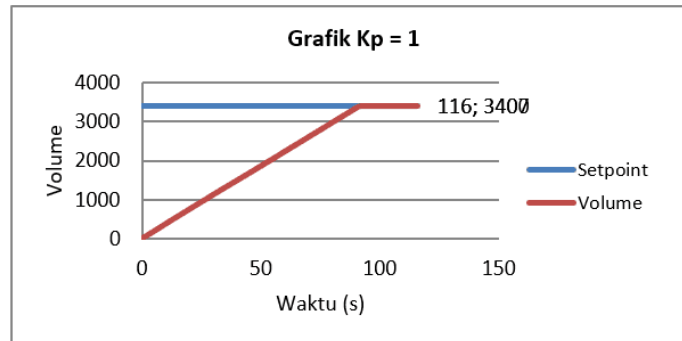
| No | Nilai Ki | Set Point | Hasil |
|----|----------|-----------|-------|
| 1 | 0,1 | 3400 | 4960 |
| 2 | 0,01 | 3400 | 4119 |
| 3 | 0,001 | 3400 | 3500 |
| 4 | 0,0001 | 3400 | 3421 |
| 5 | 0,00001 | 3400 | 3415 |
| 6 | 0,000001 | 3400 | 3400 |

Dengan nilai Kp = 1 dan Ki = 0,000001 pada *set point* 3400 sistem mampu menghasilkan keluaran 3400. Nilai keluaran sistem mampu sama dengan *set point*, maka kontroler D ditambahkan. Kontroler D ditambahkan guna sistem mampu mencapai nilai keluaran sistem yang sama dengan *set point*. Tabel 4.3 menunjukkan hasil keluaran sistem setelah kontroler D ditambahkan, dengan Kp = 1, Ki = 0,000001 dan variasi nilai konstanta D dari 1 sampai 0,00001.

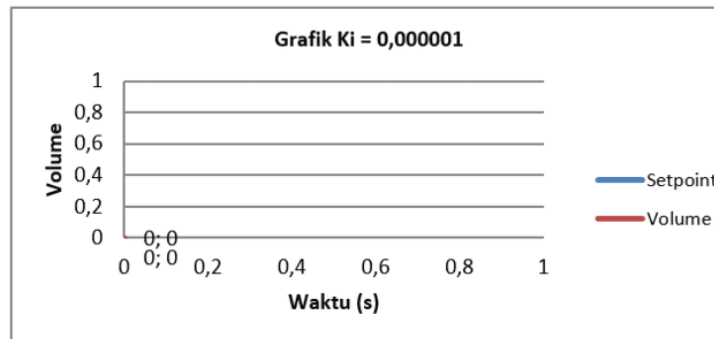
Tabel 4 Data Pengujian dengan $K_p = 1$ $K_i = 0,000001$ dan Variasi K_d

| No | Nilai K_d | Set Point | Hasil |
|----|-------------|-----------|---------|
| 1 | 1 | 3400 | 3599 |
| 2 | 0,1 | 3400 | 3434,05 |
| 3 | 0,01 | 3400 | 3406 |
| 4 | 0,001 | 3400 | 3404 |
| 5 | 0,00001 | 3400 | 3401 |

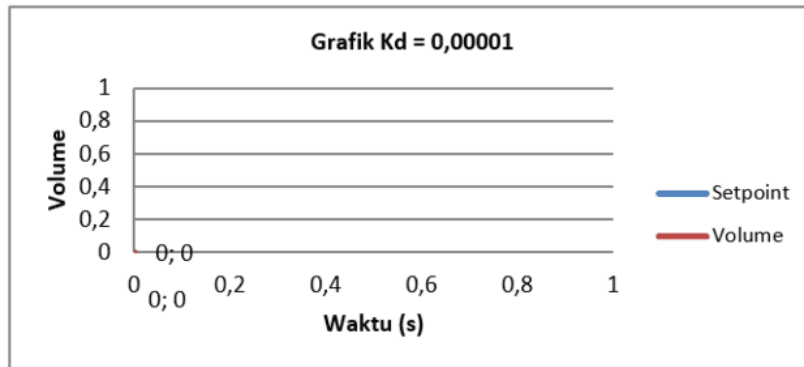
Pada tabel 3 nilai konstanta D yang paling mendekati dengan *setpoint* adalah 0,00001. Hasil sistem diambil yang mendekati, karena pada sistem sesungguhnya tidak terdapat *plant* untuk mengurangi nilainya, melainkan sistem akan terus bertambah nilai keluarannya, maka dari itu nilai keluaran yang mendekati masukan yang menjadi acuan nilai tetap kontroler. Hal ini dilakukan guna sistem tidak menghasilkan overshoot yang berlebih. Oleh karena itu parameter PID semua nilai konstanta yang dibutuhkan telah diperoleh, dengan $K_p = 1$, $K_i = 0,000001$, dan $K_d = 0,00001$ yang diuji pada *set point* = 3400 mampu menghasilkan keluaran 3401 yang paling mendekati dengan *set point*. Pengujian selanjutnya dilakukan pada wadah penampung air lebih besar yang ditunjukkan gambar 6. Tahap menguji kontroler PID yang telah didapat nilai konstantanya dengan *set point* yang bervariasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui respon sistem pada berbagai *set point*. Gambar 7, 8, 9 menunjukkan grafik respon sistem pada *Set point* 3400.



Gambar 42. Grafik Respon Sistem Dengan Nilai $K_p = 1$



Gambar 43. Grafik Respon Sistem dengan nilai $K_i = 0,000001$



Gambar 44. Grafik respon sistem dengan nilai $K_d = 0,00001$

Pada gambar 7 sistem dengan nilai $K_p = 1$ menghasilkan *Overshoot* dan *Rise Time* yang lama, maka dari itu kontroler I digunakan. Gambar 8 menunjukkan respon sistem setelah ditambahkan controller I dengan nilai konstanta 0,000001. Pada gambar 8 sistem dengan nilai $K_p = 1$ dan $K_i = 0,000001$ masih menghasilkan *Rise Time* yang lama, maka dari itu kontroler D digunakan. Gambar 9 menunjukkan respon sistem setelah ditambahkan controller D dengan nilai konstanta 0,00001. Pengujian selanjutnya sistem diberi masukan atau *set point* 3400. Sistem dengan nilai $K_p = 1$, $K_i = 0,000001$, dan $K_d = 0,00001$ menghasilkan respon sistem yang mampu mencapai setpoint dengan *Rise Time* 89 detik dan *settling time* 91 detik, maka dari itu nilai $K_p = 1$, $K_i = 0,000001$, dan $K_d = 0,00001$ dijadikan nilai konstanta tetap. Secara keseluruhan hasil pengujian kendali volume air dengan konstanta yang ditetapkan tersaji pada tabel 4.

Tabel 5 Pengujian kendali volume air dengan $K_p = 1,2$ $K_i = 0,0001$ $K_d = 0,0008$ dan setpoint 3400

| No | Output | Selisih | Error |
|----|--------|---------|-------|
| 1 | 3412 | 12 | 0.4% |
| 2 | 3399 | 1 | 0.0% |
| 3 | 3405 | 5 | 0.1% |
| 4 | 3405 | 5 | 0.1% |
| 5 | 3411 | 11 | 0.3% |

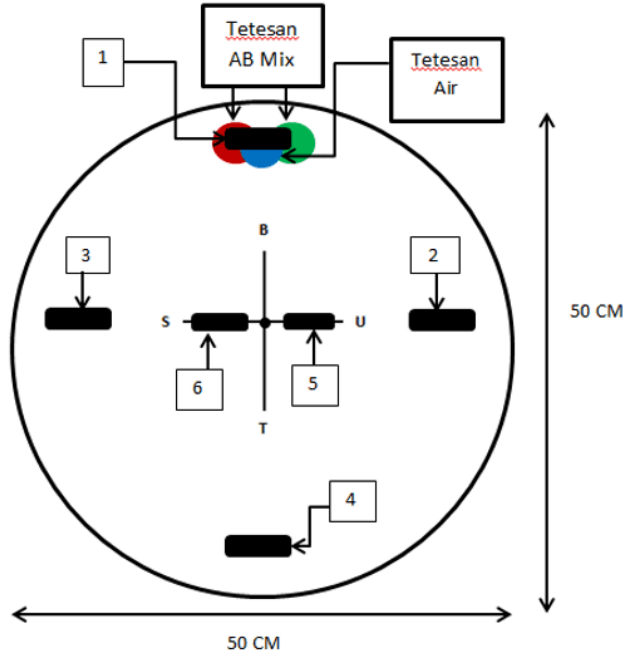
3.2. Variabel Kepekatan Nutrisi

Pengujian sistem kendali tingkat kepekatan bertujuan untuk menghasilkan nilai konstanta PID yang tepat. Pengujian dilakukan dalam 3 tahapan, yaitu menentukan nilai konstanta P, menentukan nilai konstanta I dan yang terakhir menentukan nilai konstanta D. Kepekatan nutrisi yang dijadikan sebagai *Setpoint* PPM 800, karena melon yang digunakan sebagai pengujian adalah media tanam hidroponik berusia 2 minggu. Penentuan nilai konstanta PID dilakukan secara manual, artinya dengan memperkirakan nilai pertama lalu ditambahkan atau dikurangkan sampai didapatkan nilai konstanta yang menghasilkan respon sistem sesuai *step* yang diberikan.

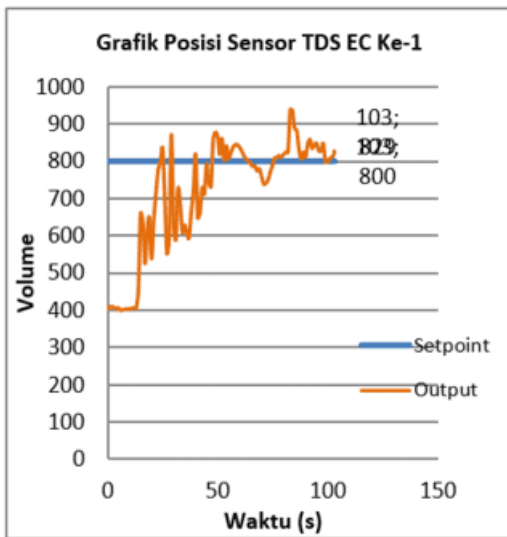
3.3. Analisis Posisi Sensor TDS Tanpa Kontroler PID

Alat yang dibuat dalam penelitian ini melakukan pencampuran air dan nutrisi tanpa perlakuan adukan, sehingga perlu menemukan posisi terbaik sensor TDS EC. Penentuan posisi dilakukan dalam beberapa posisi dan beberapa kali ujicoba, dengan waktu hasil endapan nutrisi yang tercampur ditunggu selama 1 jam. Pengujian tersebut berguna untuk menentukan satu posisi terbaik dan akan disimpulkan nilai kestabilan ppm pada nutrisi AB *mix*.

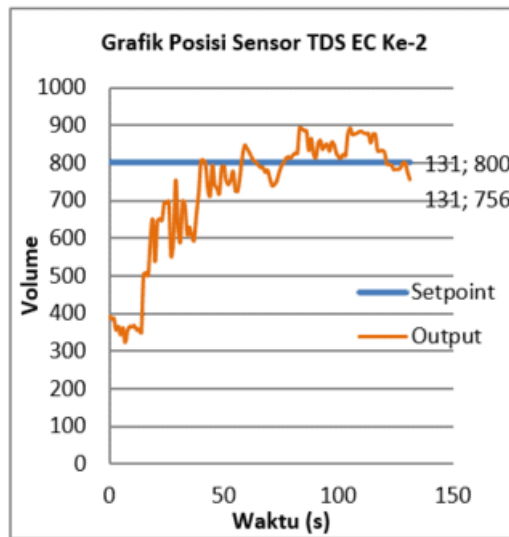
Pengujian pada sensor TDS dilakukan dengan 6 kali percobaan dengan posisi sensor TDS yang diletakan berbeda-beda posisi di dalam wadah pencampuran air dan nutrisi AB mix. *Set point* yang digunakan sebagai acuan adalah PPM 800. Gambar 10 menunjukkan posisi sensor tds pada wadah dan Gambar 11, 12, 13, 14, 15, 16 menunjukkan hasil grafik respon sistem.



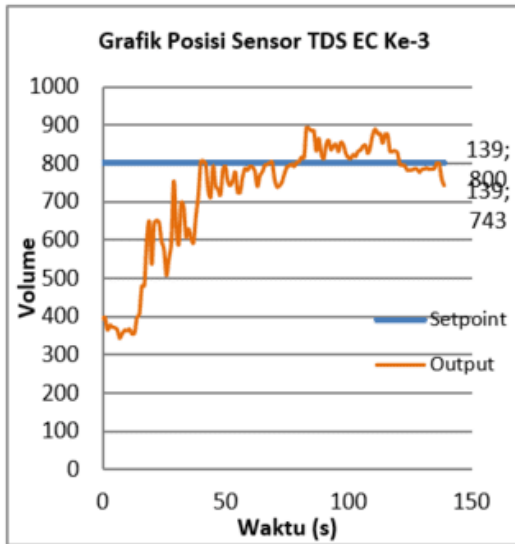
Gambar 45. Posisi Sensor TDS Pada Wadah



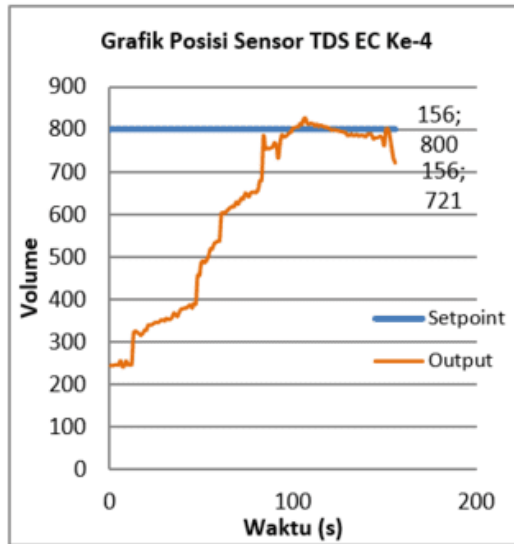
Gambar 11. Grafik Respon Sistem Posisi ke-1



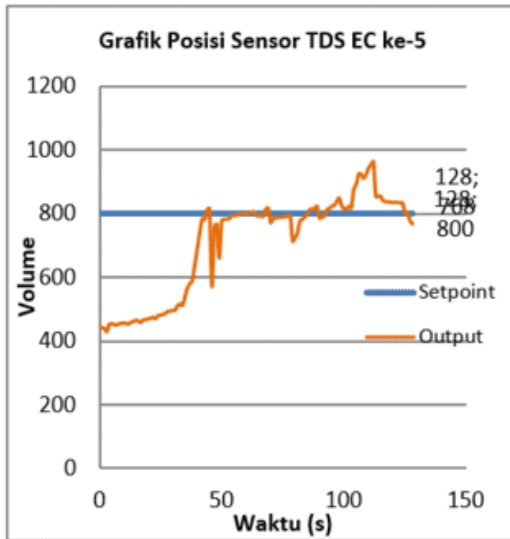
Gambar 12. Grafik Respon Sistem Posisi ke-2



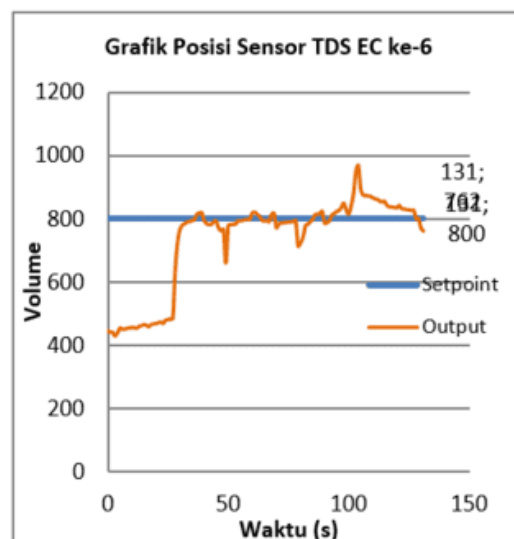
Gambar 13. Grafik Respon Sistem Posisi ke-3



Gambar 14. Grafik Respon Sistem Posisi ke-4



Gambar 15. Grafik Respon Sistem Posisi ke-5



Gambar 16. Grafik Respon Sistem Posisi ke-6

Selain ditinjau dari hasil pencapaian PPM, analisa penentuan posisi terbaik juga ditentukan berdasarkan nilai yang lain yaitu *Rise Time*, *Settling time*, *Peak time*, dan *Output*. Hasil pengujian nilai-nilai tersebut telah dirangkum dalam Tabel 5.

Tabel 6 Hasil Pengujian Posisi Sensor TDS EC

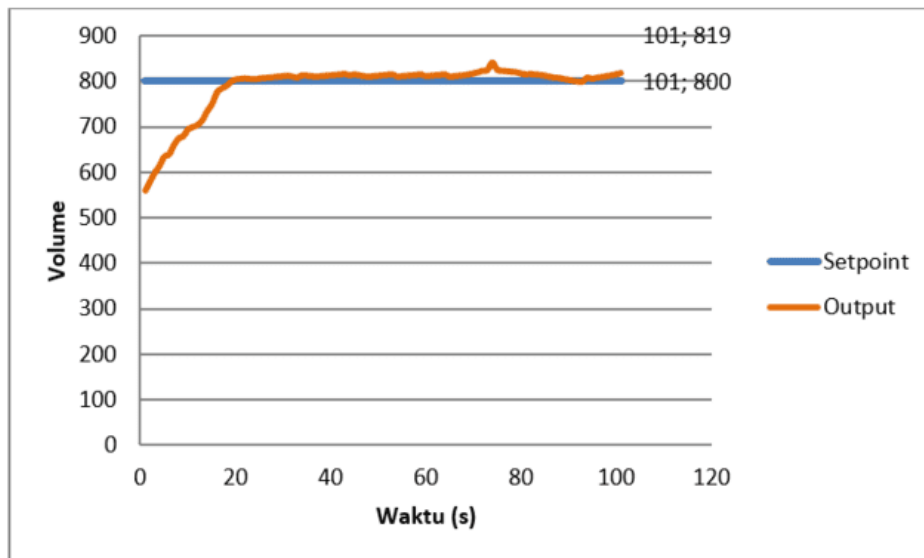
| No | Posisi | Rise time | Settling time | Peak time | Output |
|----|--------|-----------|---------------|-----------|--------|
| 1 | 1 | 25 detik | 100 detik | 83 detik | 829 |
| 2 | 2 | 58 detik | 128 detik | 106 detik | 756 |
| 3 | 3 | 79 detik | 136 detik | 111 detik | 743 |
| 4 | 4 | 100 detik | 151 detik | 107 detik | 721 |
| 5 | 5 | 44 detik | 125 detik | 112 detik | 768 |
| 6 | 6 | 37 detik | 121 detik | 104 detik | 762 |

Hasil pengujian posisi ke-1 terdapat *Output* PPM 829, *Rise Time* 25 detik, *Setling time* 100 detik, *Peak time* 83 detik, dan *error steady state* 4% terhadap *Setpoint* PPM 800 yang digunakan sebagai acuan. Hasil tersebut mencukupi karena mampu mencapai *Setpoint* yang diinginkan, dan *Rise Time*, *Settling time*, *Peak time* yang lebih cepat dari beberapa posisi dalam pengujian yang lain.

Namun respon sistem tersebut masih dianggap terlalu jauh dari *Setpoint*, karena dalam pengujian tersebut tidak menggunakan kontrol PID. Sedangkan yang untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perlu digunakan kontrol PID untuk memperkecil *Output* agar lebih mendekati *Setpoint*, dan juga memperkecil *Rise Time*, *Settling time*, dan *Peak time* supaya mendapatkan hasil respon sistem yang lebih baik.

3.4. Analisis Posisi Sensor TDS Dengan Kontroler PID

Pengujian kontroler PID pada sistem dilakukan dengan menambahkan variasi nilai konstanta P, nilai konstanta I, dan nilai konstanta D. Variabel kepekatan nutrisi yang digunakan $K_p = 2$, $K_i = 0.0001$, $K_d = 0,001$. Variasi nilai konstanta PID dilakukan dalam pengujiannya, karena pada pengujian posisi sensor TDS EC sebelumnya tidak menggunakan kontrol dengan hasil respon sistem *Output*, *Rise Time*, *Settling time*, dan *Peak time* dianggap kurang maksimal. Maka untuk pengujian selanjutnya menggunakan kontrol, Kontrol digunakan untuk mempercepat respon sistem dan untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Untuk nilai *Setpoint* tetap menggunakan acuan nilai PPM 800. Pengujian menggunakan kontrol PID dilakukan dan mendapatkan hasil *Output* 819. Gambar 22 menunjukkan grafik respon sistem posisi sensor TDS EC terbaik menggunakan kontrol PID.



Gambar 17. Grafik Respon Sistem Sensor TDS EC Menggunakan Kontrol PID

Respon sistem kepekatan PPM pada sensor TDS EC menggunakan kontrol PID, sistem dengan nilai *Setpoint* PPM 800. Nilai awal respon sistem pada detik ke-1 dimulai dengan nilai PPM 560 dan mampu mencapai hasil *Output* nilai PPM 819, respon sistem mampu mencapai *Rise Time* 19 detik dengan nilai PPM 800, *Settling time* 92 detik dengan nilai PPM 800, dan *Peak time* 74 detik dengan nilai PPM 819. Respon sistem posisi terbaik pada sensor TDS EC menghasilkan grafik yang rill dan respon sistem mampu mencapai hasil yang cukup maksimal dengan *error steady state* 2,38 %.

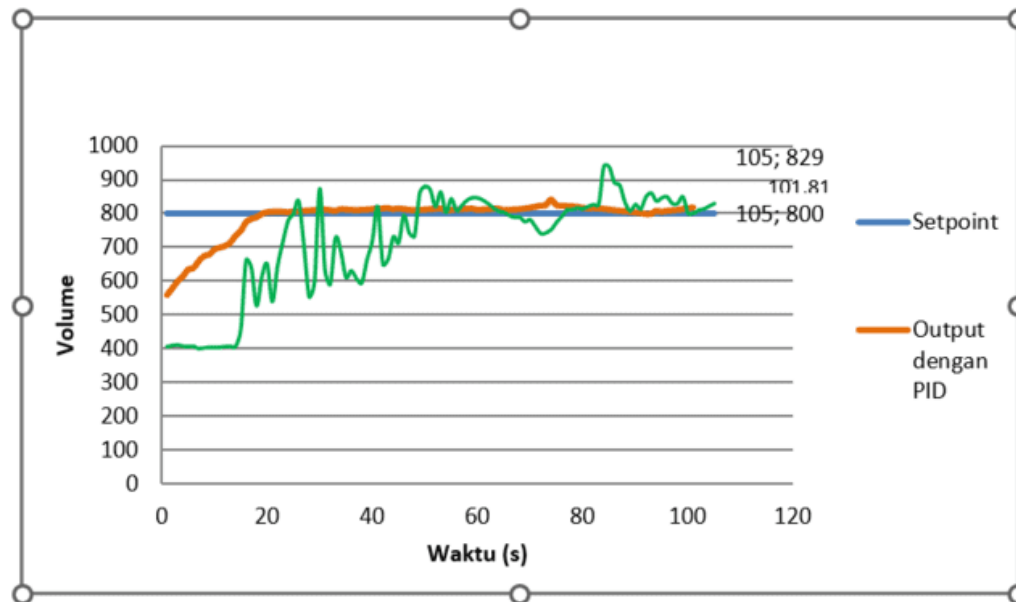
3.5. Analisa Performansi Alat

Dalam upaya mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem yang telah dibuat sebagai acuan perbandingan dari penelitian terdahulu maka harus dilakukan perbandingan kontroler. Pada pembahasan perbandingan ini yaitu perbandingan posisi terbaik Sensor TDS EC tanpa kontrol PID dengan posisi terbaik sensor TDS EC menggunakan kontrol PID. Pada perbandingan ini *Setpoint* PPM 800 yang digunakan sebagai acuan, yang dimana tanpa dilengkapi pengaduk. Jumlah volume wadah penampung larutan campuran yang digunakan berkapasitas 80 liter.

Pada hasil pengujian posisi ke-1 sensor TDS EC tanpa menggunakan kontrol PID mengalami hasil respon sistem *Output*, *Rise Time*, *Settling time*, dan *Peak time* dianggap kurang maksimal maka diperlukan kontrol PID untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Setelah ditambahkan kontrol PID hasil respon sistem dengan *Setpoint* PPM yang sama hasil *Output*, *Rise Time*, *Settling time*, dan *Peak time* mendapatkan hasil yang cukup baik, yaitu dengan hasil respon sistem *Output* PPM 819, *Rise Time* 19 detik, *Settling time* 92 detik, *Peak time* 74 detik, dengan *error Steady state* 2,38%. Tabel 6 menunjukkan hasil data uji keseluruhan penelitiannya dan gambar 23 menunjukkan grafik perbandingan respon sistem.

Table 6 Perbandingan Posisi Sensor TDS EC Tanpa Kontrol PID Dengan Menggunakan Kontrol PID

| NO | Posisi | Rise Time | Settling time | Peak time | Output | Eror |
|----|-----------------|-----------|---------------|-----------|---------|-------|
| 1 | Tanpa PID | 25 detik | 100 detik | 83 detik | PPM 829 | 4% |
| 2 | Menggunakan PID | 19 detik | 92 detik | 74 detik | PPM 819 | 2,38% |



Gambar 18. Grafik Perbandingan Posisi Sensor TDS EC Tanpa Kontrol PID Dengan Menggunakan Kontrol PID

4. Kesimpulan

Hasil pengujian kendali volume air didapatkan dengan nilai $K_P = 1$, $K_I = 0,000001$, $K_D = 0,00001$. Mampu membuat sistem kendali volume air dengan eror rata-rata 0,18 %.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, posisi sensor TDS EC terbaik telah ditemukan yaitu pada posisi ke-1. mampu membuat larutan nutrisi hidroponik dengan tingkat kepekatan sesuai *set point* PPM 800 yang diberikan. Hasil akhir didapat kontrol variabel kepekatan nutrisi dengan nilai *Output* PPM 829, *Rise Time* 25 detik, *Settling time* 100 detik, *Peak time* 83 detik, dan *Error Steady state* 4%.tersebut masih tanpa menggunakan kontrol PID, maka dibuat kontrol menggunakan PID dengan posisi terbaik sensor TDS EC. Sistem kendali ini dibuat dengan sistem yang lebih baik karena menggunakan kontrol PID dengan variable kepekatan nutrisi dengan nilai $K_p = 2$, $K_i = 0.0001$, $K_d = 0,001$, dan mampu membuat larutan nutrisi hidroponik dengan tingkat kepekatan dengan *Setpoint* PPM 800 yang diberikan. Hasil respon sistem yang dikontrol menggunakan kontrol PID kepekatan nutrisi dengan *Output* PPM 862, *Rise Time* 19 detik, *Settling time* 92 detik, *Peak time* 74 detik, dan *Error Steady state* 2,38%.

Pada hasil uji sistem ditemui banyak sekali nilai bacaan sensor kepekatan nutrisi dengan *Output* tidak stabil yang diakibatkan gelombang air, dan karena pada pengujian ini tidak dilengkapi adanya pengaduk untuk membuat larutan tercampur merata untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Harapannya pengembangan sistem kendali dengan sistem pengaduk untuk membuat larutan nutrisi hidroponik lebih merata dan bisa mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

Referensi

- [1] I. S. Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," vol. 1, no. 2, pp. 43–50, 2014.
- [2] Y. A. Putra, G. Siregar, and S. Utami, "Peningkatan Pendapatan Masyarakat Melalui Pemanfaatan Pekarangan Dengan Teknik Budidaya Hidroponik," vol. 1, no. 1, pp. 122–127, 2019.
- [3] S. Kasus, P. T. Mekar, and U. Sari, "Analisis kelayakan finansial budidaya melon hidroponik," 2011.
- [4] N. Furoidah, "Efektivitas Nutrisi Ab Mix Terhadap Hasil Dua Varietas Melon," *Agritrop J. Ilmu-Ilmu Pertan. (Journal Agric. Sci.*, vol. 16, no. 1, p. 186, 2018, doi: 10.32528/agr.v16i1.1562.
- [5] E. Supriyanto, "DAN KONSENTRASI LARUTAN NUTRISI TANAMAN MELON Politeknik Negeri Semarang Jl . Prof . Sudarto , Tembalang , Kec . Tembalang , Kota Semarang , Jawa Tengah 50275 ," vol. 5, pp. 171–177, 2023.
- [6] Nurhadi, Madrofi, P. W. A. Sucipto, and A. Hasad, "Bang Bang Controller Pelarutan Nutrisi Ab Mix Tanaman Hidroponik Rumahan," *Natl. Conf. Ind. Eng. Technol.*, vol. 3, pp. 267–278, 2022.
- [7] A. Megido, E. Ariyanto, S. Vokasi, and U. Diponegoro, "Sistem kontrol suhu air menggunakan pengendali pid. dan volume air pada tangki pemanas air berbasis arduino uno," vol. 18, no. 4, pp. 21–28, 2016.
- [8] M. R. E. F, "SISTEM PENGATURAN LAJU ALIRAN AIR PADA PLANT WATER TREATMENT DENGAN KONTROL FUZZY-PID," pp. 25–30.
- [9] F. F. Dzikriansyah, R. Hudaya, C. W. Nurhaeti, and K. Kunci, "Sistem Kendali Berbasis PID untuk Nutrisi Tanaman Hidroponik," pp. 621–626, 2017.
- [10] L. Akhir, A. Sistem, K. Kepekatan, T. Hidroponik, and M. Metode, "POLITEKNIK NEGERI BANJARMASIN OKTOBER 2022," 2022.