

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi dan infrastruktur yang semakin pesat mempengaruhi berbagai aspek kehidupan salah satunya lahan pertanian yang semakin terbatas khususnya pada kawasan perkotaan. Salah satu alternatif yang bisa dihadirkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melakukan budidaya tanaman secara hidroponik. Sistem hidroponik adalah suatu metode yang dapat digunakan dalam bercocok tanam tanpa membutuhkan tanah sebagai media tanam, serta tidak membutuhkan lahan yang luas sehingga metode ini tepat untuk penduduk yang tidak memiliki lahan yang memadai.

Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam budidaya hidroponik adalah larutan nutrisi sebagai salah satu faktor penting yang berkontribusi dalam pertumbuhan dan mutu hasil tanaman hidroponik. Nutrisi kemudian diberikan dalam bentuk larutan yang mengandung unsur makro dan mikro di dalamnya. Nutrisi yang diberikan pada tanaman hidroponik harus sesuai dengan jumlah kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman yang ditanam. Beberapa metode yang digunakan dalam mengontrol sistem perairan dan pasokan nutrisi sudah dilakukan secara manual namun terjadi banyak kesalahan yang disebabkan oleh manusia sehingga menghasilkan gagal tanam (Romalasari & Sobari, 2019).

Nutrisi pada tanaman hidroponik biasanya diberikan dengan cara melarutkan nutrisi dalam air lalu dialirkan pada pipa hidroponik dan mengukur kadar nutrisi menggunakan alat ukur konvensional. Meskipun alat-alat tersebut dapat memberikan data numerik, interpretasi terhadap data tersebut masih dilakukan secara manual dengan artian petani harus mengetahui batas optimal masing-masing parameter dan mengambil keputusan berdasarkan pengamatan sendiri. Hal ini menjadi kendala, terutama bagi petani pemula yang belum memiliki cukup pengetahuan atau pengalaman.

Selain itu, kondisi di lapangan cenderung berubah-ubah dan tidak selalu dapat diprediksi secara pasti. Nilai pH dan EC pada larutan nutrisi hidroponik dapat mengalami fluktuasi akibat berbagai faktor, seperti suhu lingkungan, usia tanaman, jenis tanaman, serta komposisi larutan yang digunakan. Sistem pengukuran konvensional yang menggunakan logika tegas (*crisp logic*) memiliki keterbatasan dalam menghadapi ketidakpastian tersebut, karena hanya beroperasi berdasarkan nilai ambang batas yang tetap. Pengukuran nutrisi tanaman menggunakan sensor tds manual juga memiliki kelemahan tidak dapat diintegrasikan dengan sistem kontrol dan tidak teliti, sehingga perlu dirancang alat ukur nutrisi yang mampu menentukan konsentrasi nutrisi tanaman yang memiliki kestabilan yang baik dan dapat di konfigurasi dengan sistem kontrol. Dalam konteks ini, pendekatan *fuzzy logic* menjadi lebih relevan. *Fuzzy logic* memungkinkan sistem untuk melakukan interpretasi dan pengambilan keputusan secara lebih fleksibel, dengan cara kerja yang menyerupai cara manusia menilai kondisi

Menurut Azizah dkk (2019), bahwa untuk membuat alat ukur yang presisi maka dapat dilakukan dengan penerapan *software* cerdas dan perancangan sistem perangkat keras kompleks. Implementasi perangkat lunak cerdas dapat dicapai dengan menggunakan sistem logika *fuzzy*. Sistem *fuzzy logic* telah banyak digunakan pada berbagai alat kontrol dan alat ukur. Sistem *fuzzy logic* bekerja sebagai sebuah sistem

yang digunakan dengan cara kerja yang ditujukan untuk membantu memperoleh pemecahan masalah dengan cepat efisien dan stabil (Negnevitsky, 2005).

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai perancangan alat ukur nutrisi hidroponik yang dapat mengukur kebutuhan nutrisi tanaman berbasis *fuzzy logic*.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana penerapan kaidah *fuzzy logic* dalam alat ukur nutrisi?
2. Bagaimana kinerja alat ukur nutrisi berbasis *fuzzy logic*?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini fokus pada nutrisi tanaman 0-2000 ppm.
2. Metode inferensi *fuzzy logic* yang diterapkan yaitu model sugeno.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan rancangan sistem alat ukur kandungan nutrisi berbasis *fuzzy logic* yang dapat digunakan untuk mengukur nutrisi pada tanaman hidroponik.

Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat membantu petani hidroponik dalam pengadaan alat ukur nutrisi yang akurat dan presisi. Sebagai informasi yang dapat dimanfaatkan oleh perancang sistem kontrol hidroponik tentang alat ukur nutrisi berbasis *fuzzy logic* yang akurat dan presisi.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan September sampai Oktober 2024 bertempat di BTN Hartako Indah Daya Blok 1H/20 dan Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian. Prodi Teknik pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin.

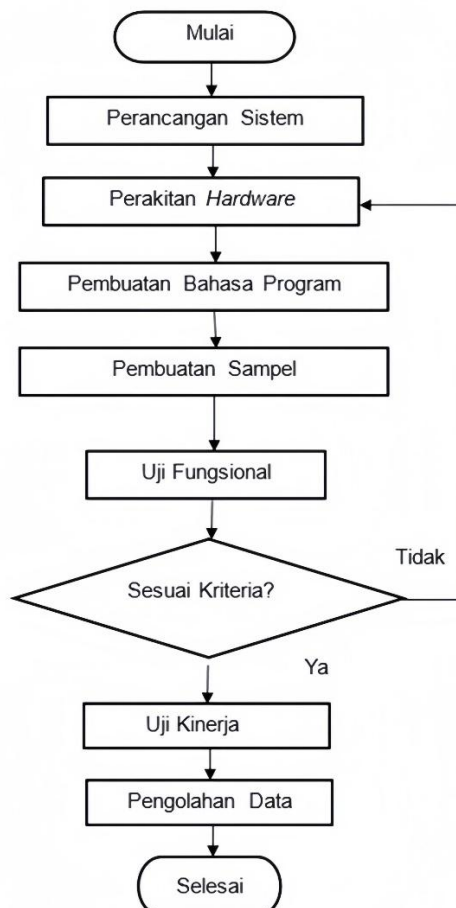
2.2. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu Mikrokontroler Arduino Uno R3, LCD 20x4 12C, solder, stopwatch, Modul sensor TDS analog, elektroda Stainless, *power supply switching*, gelas ukur, Matlab, laptop dengan software Arduino IDE.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu larutan nutrisi AB mix (ppm), timah, aquades atau air suling.

2.3. Prosedur Penelitian

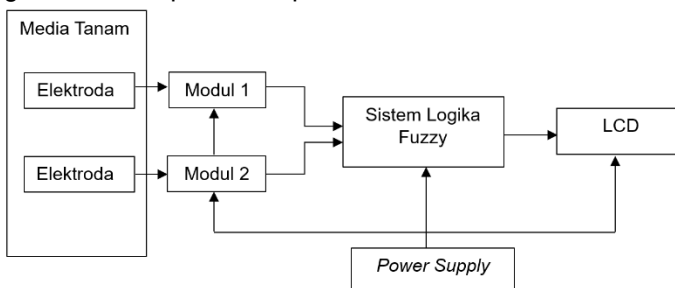
Prosedur penelitian Perancangan alat ukur nutrisi hidroponik berbasis *fuzzy logic* adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian.

2.3.1. Perancangan Sistem

Selanjutnya tahap perancangan sistem, dimana pada tahap ini dilakukan perancangan sistem yang akan diterapkan pada alat ukur nutrisi. Sistem yang akan diterapkan adalah *fuzzy logic*. Adapun beberapa komponen utama yang digunakan berupa mikrokontroler Arduino uno, LCD, modul sensor TDS analog, LCD 20x4 dan elektroda *stainless steel*. Hasil perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



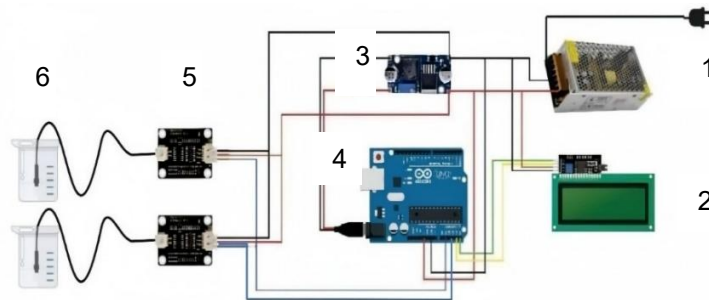
Gambar 2. Sistem Alat Ukur Nutrisi.

1. Elektroda berfungsi untuk mengukur kekuatan ion yang terkandung dalam larutan nutrisi tanaman hidroponik. Elektroda terbuat dari bahan material *stainless steel* yang dihubungkan ke modul sensor TDS analog dengan menggunakan kabel (Mufidah *et al.*, 2020).
2. Modul sensor TDS berfungsi untuk mengukur jumlah atau kandungan zat terlarut (ppm) yang biasa digunakan untuk menentukan kualitas air minum, hidroponik dan lain-lain. Modul sensor TDS analog dengan spesifikasi tegangan keluaran 0-2,3 Volt, tegangan masukan 3,3-5,5 Volt, akurasi $\pm 10\%$ F.S, arus kerja 3-6 Miliampere dan keluaran yang dihasilkan adalah tegangan analog (Chuzaini & Dzulkiflih, 2022).
3. Mikrokontroler Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali rangkaian dan mampu menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler adalah sebuah komponen elektronika yang memiliki I/O Port, RAM dan ROM yang terintegrasi didalamnya, sehingga bisa dimanfaatkan dalam berbagai tujuan pengendalian (Desnanjaya & Iswara, 2018).
4. LCD (*liquid Crystal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran yang dapat dilihat melalui tampilan layar kristalnya. Penelitian ini menggunakan LCD dalam *logger* dengan ukuran sebesar 20x4 (4 baris dan 20 karakter). LCD memiliki 20 nomor pin berukuran 20x4, dimana pada setiap pin memiliki simbol dan fungsinya masing-masing (Budiyanto, 2012).
5. *Power Supply* adalah salah satu komponen yang berfungsi untuk menyuplai tegangan listrik pada suatu beban listrik. Prinsip kerja dari rangkaian *power supply* melibatkan tiga komponen utama yaitu dioda sebagai penyearah tegangan, transformator sebagai penurun tegangan listrik dan kondensator atau kapasitor sebagai filternya (Putranto *et al.*, 2021).

2.3.2. Perakitan Hardware

Tahap perakitan alat ini, dimana semua komponen yang telah diperlukan dirakit sesuai dengan fungsi dan data *sheet*nya masing-masing yang kemudian dihubungkan pada

sistem, rangkaian sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



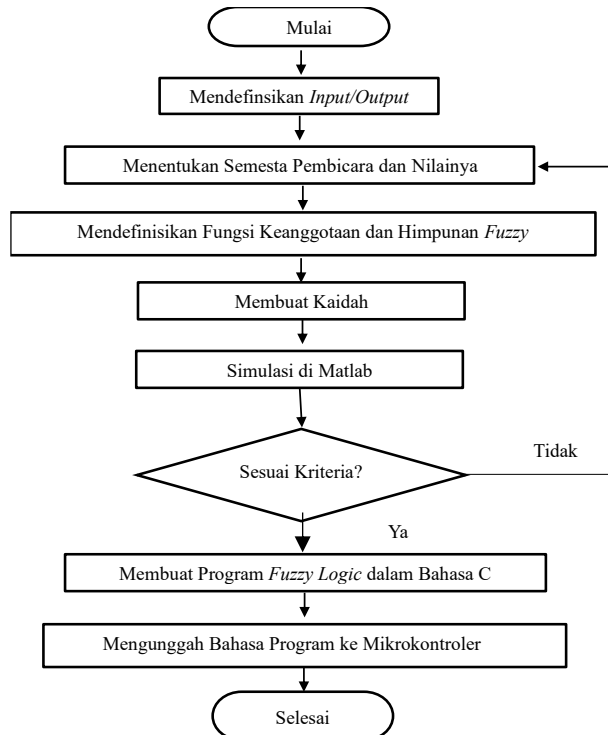
Gambar 3. Model Rangkaian yang diterapkan.

Keterangan:

1. *Power supply*
2. LCD 20X4 12C
3. *Power Switching*
4. Mikrokontroler Arduino Uno
5. Modul sensor TDS analog
6. Elektroda *Stainless Steel*

2.3.3. Pembuatan Bahasa Program

Tahapan pada proses pembuatan bahasa program berbasis *fuzzy logic*, dapat dilihat dengan diagram alir berikut.



Gambar 4. Diagram Alir Pembuatan Bahasa Program.

1. Pendefinisian *input/output*, *input* yang digunakan yaitu tegangan dan *output* nya adalah nutrisi (ppm).
2. Menentukan semesta pembicaraan dan nilainya, semesta pembicaraan untuk *input* adalah tegangan atau keluaran dari sensor, sedangkan semesta pembicaraan untuk *output* adalah larutan nutrisi.
3. Menentukan fungsi keanggotaan dan himpunan *fuzzy*, fungsi keanggotaan yang umum digunakan adalah bentuk segitiga (Hooda & Vivek, 2017). Bentuk segitiga dipilih karena dalam pemberian respon lebih cepat dan menggunakan persamaan matematis yang sederhana serta membutuhkan waktu komputasi yang kecil dibanding yang lain.
4. Menyusun kaidah, metode yang digunakan mengikuti aturan Sugeno karena memiliki kaidah yang sederhana. *Rule base* (basis aturan) yang digunakan dinyatakan dalam bentuk "*IF-THEN*".
 - 1) *IF* tegangan *is* sangat rendah *THEN* nutrisi *is* 0 ppm
 - 2) *IF* tegangan *is* rendah *THEN* nutrisi *is* 500 ppm
 - 3) *IF* tegangan *is* sedang *THEN* nutrisi *is* 1000 ppm
 - 4) *IF* tegangan *is* tinggi *THEN* nutrisi *is* 1500 ppm
 - 5) *IF* tegangan *is* sangat tinggi *THEN* nutrisi *is* 2000 ppm
5. Simulasi Matlab, simulasi menggunakan Matlab bertujuan untuk mengetahui hubungan *input-output*. Jika sudah sesuai dengan yang diinginkan, maka dibuatlah program di *software* Arduino IDE.

2.3.4. Pembuatan Sampel

Menyiapkan data dengan membuat sampel larutan nutrisi dengan beragam tingkat ppm yaitu 0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm. Pembuatan sampel menggunakan nutrisi ABmix. Pengenceran larutan dengan berbagai tingkat ppm menggunakan rumus pengenceran larutan (1) berikut.

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \quad (1)$$

C_1 = Konsentrasi larutan stok

V_1 = Volume larutan awal yang akan diambil

C_2 = Konsentrasi akhir yang diinginkan

V_2 = Volume akhir larutan

2.3.5. Uji Fungsional

Uji fungsional dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat dapat beroperasi sebagaimana mestinya. Apakah sensor yang dibuat dapat mengkonversi kandungan nutrisi yang terlarut menjadi tegangan. Tahapan uji sebagai berikut:

1. Menyiapkan larutan nutrisi dengan beragam Tingkat ppm (0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm)
2. Memasukkan elektroda ke dalam sampel larutan nutrisi
3. Mengamati proses kerja sensor apakah berhasil mengkonversi ppm ke mV
4. Mengamati apakah kaidah *fuzzy logic* telah berhasil menampilkan nilai nutrisi (ppm) di LCD yang sama dengan ppm sampel.

2.3.6. Uji Kinerja

Uji kinerja dilakukan untuk memastikan sistem yang diterapkan pada alat ukur bekerja sesuai kriteria yang diharapkan. Parameter uji yang diamati yaitu:

2.3.6.1. Linearitas

Linearitas sensor adalah karakteristik penting yang menunjukkan seberapa sebanding respons sensor terhadap perubahan dalam kuantitas yang diukur. Sensor linier menghasilkan hasil yang lebih akurat, mudah dikalibrasi, dan penting untuk kontrol proses yang tepat (Azizah *et al.*, 2019).

Pengujian linearitas sensor dilakukan untuk memastikan bahwa respon sensor terhadap variabel yang diukur sebanding dan konsisten sepanjang rentang pengukurannya. Terdapat beberapa tahapan yang dapat dilakukan untuk mengetahui linearitas sensor, yaitu:

1. Menyiapkan berbagai tingkatan ppm dari larutan nutrisi (0 ppm, 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm)
2. Memasukkan elektroda secara bergantian dalam sampel larutan nutrisi
3. Mencatat data hubungan ppm sampel dengan ppm yang dibaca oleh alat
4. Memplot data *microsoft excel* untuk melihat keceratan hubungan antara sampel dengan hasil pengukuran alat.

2.3.6.2. Tanggapan Waktu

Tanggapan waktu adalah waktu yang dibutuhkan suatu sensor untuk merespons perubahan *input* dan menghasilkan *output* yang stabil. Semakin cepat sensor merespon, semakin baik tanggapan waktunya (Johnson & Miller, 2016).

Pengujian tanggapan waktu sensor dilakukan untuk menentukan seberapa cepat sensor dalam mengubah *parts per millions* (ppm) menjadi milivolt (mV). Adapun tahapan yang dilakukan dalam pengujian ini meliputi:

1. Menyiapkan 1 sampel larutan nutrisi, dengan ketentuan bahwa seluruh jenis sampel dapat digunakan kecuali larutan dengan konsentrasi 0 ppm.
2. Menyalakan *stopwatch* secara bersamaan dengan memasukkan elektroda ke dalam sampel yang telah disediakan
3. Mengamati dan mencatat durasi yang diperlukan oleh sensor hingga menampilkan pembacaan nilai ppm larutan.

2.3.6.3. Stabilitas Waktu

Stabilitas waktu adalah mengukur kemampuan sensor untuk mempertahankan akurasi dan presisi pengukurannya seiring waktu. Sensor yang stabil akan menghasilkan *output* yang konsisten dan tidak mudah terpengaruh oleh faktor eksternal seperti suhu atau kelembapan (Smith & Lee, 2019).

Uji stabilitas waktu bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai konsistensi data yang dihasilkan oleh sensor dalam periode pengukuran. Tahapan pelaksanaan pengujian ini meliputi langkah-langkah berikut:

1. Menyiapkan 1 sampel larutan nutrisi, dengan ketentuan bahwa seluruh jenis sampel dapat digunakan kecuali larutan dengan konsentrasi 0 ppm.
2. Memasukkan elektroda selama 1 jam ke dalam sampel

3. Mengamati dan mencatat data hasil pembacaan sensor secara berkala, yaitu setiap interval 5 menit

2.3.6.4. Lebar Pengukuran (*Range*)

Lebar pengukuran adalah rentang nilai *input* yang dapat diukur oleh sensor. Setiap sensor memiliki batas atas dan bawah untuk *input* yang dapat diproses dengan akurat (Chen & Liu, 2020).

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi rentang kerja sensor dalam mendeteksi konsentrasi larutan. Prosedur uji *range* dilakukan dengan mengukur seluruh sampel pada berbagai tingkat konsentrasi (ppm), kemudian hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan nilai konsentrasi sebenarnya dari sampel tersebut.

2.3.6.5. Uji Akurasi dan Presisi

Akurasi adalah seberapa dekat hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Sensor yang akurat menghasilkan hasil yang mendekati nilai sebenarnya, dengan sedikit kesalahan. Sedangkan Presisi adalah mengukur konsistensi hasil pengukuran ketika dilakukan berulang kali. Sensor yang presisi menghasilkan hasil yang serupa meskipun pengukuran dilakukan beberapa kali (Puspasari *et al.*, 2020).

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat akurat dan presisi. Tahapan pelaksanaan pengujian ini meliputi langkah-langkah berikut:

1. Menyiapkan larutan nutrisi dengan beragam tingkat ppm (500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm, 2000 ppm)
2. Memasukkan elektroda ke dalam sampel sampai hasil pengukuran tidak berubah
3. Melakukan pengulangan pengukuran pada 3 waktu (pagi, siang, malam) untuk setiap sampel
4. Mencatat hasil pembacaan sensor.