

# Simulasi Rancang Bangun Alat *pH Balancer* Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Arduino Uno

<sup>1</sup>Erik Dwi Cahyono

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Institusi Universitas Trunojoyo Madura, Kota Bangkalan

<sup>1</sup>erikdwicahyono.utm@gmail.com

**Abstract** - In this modern era, the land area is getting smaller and smaller, plus the scarcity of clear water supplies in terms of water that is suitable for daily use. Air is an important center for the needs of human life. Air can not be separated by the pH contained in it. The use of this air is important, such as for entrepreneurs in aquaculture, health and industry working in fields related to solutions and pH. It is necessary to have a tool used to make it easier for entrepreneurs to stabilize the pH value (pH Balancing) in the air in order to avoid losses and save energy and time. Therefore, the design of a pH balancing device was made through Proteus software. This tool uses a pH4502C sensor as a detector of the pH value in the air or solution which is then used using an Arduino Uno microcontroller with an ATmega 328 basis. The data processing uses fuzzy logic to obtain the right value for the output settings. The output of this tool is a relay connected to a pump for the liquid used as a pH balancer accompanied by an LED as a value indicator. As well as reading the sensor results are displayed on a 16x2 LCD equipped with pH and type of solution. It is hoped that with this tool many parties will be helped, especially for aquaculture and industrial businesses that utilize pH levels in water and solutions and can be developed more specifically from utilization and from hardware.

**Keywords** — Arduino Uno, Fuzzy Logic, Microcontroller, pH, pH 4502C Sensor

**Abstrak** — Di zaman yang serba modern dengan luas tanah yang kian lama kian menyempit. Ditambah mulai langkanya persediaan air jernih dalam artian air yang layak untuk digunakan untuk kepentingan sehari-hari. Air menjadi sentra penting untuk kebutuhan hidup umat manusia. Air takkan dapat dipisahkan oleh pH yang terkandung di dalamnya. Pemanfaatan air ini penting seperti bagi para wirausahawan budidaya perikanan, kesehatan maupun industri yang berkecimpung pada bidang yang berhubungan dengan larutan dan pH. Perlu kiranya adanya alat yang digunakan untuk memudahkan para wirausahawan untuk menyetabilkan nilai pH (pH Balancing) dalam air guna menghindari kerugian dan efisiensi tenaga serta waktu. Oleh sebab itu dibuatlah simulasi rancangan sebuah alat pH balancing melalui software proteus. Alat ini menggunakan sensor pH 4502C sebagai detektor nilai pH pada air atau larutan yang kemudian di olah menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan basis ATmega 328. Pengolahan data tersebut menggunakan logika fuzzy untuk memperoleh nilai yang tepat pada pengaturan outputnya. Output dari alat ini berupa relay yang terhubung dengan pompa untuk memompa cairan yang digunakan sebagai penyeimbang pH dengan disertai LED sebagai indikator penanda nilai pH. Serta pembacaan hasil sensor ditampilkan pada LCD 16x2 dengan dilengkapi nilai pH

dan jenis larutannya. diharap dengan adanya alat ini banyak pihak yang terbantu utamanya bagi para usaha budidaya dan industri yang memanfaatkan kadar pH dalam air maupun larutan serta dapat dikembangkan lebih spesifik lagi dari segi pemanfaatan maupun dari hardwarenya.

**Kata Kunci** — Arduino Uno, Logika Fuzzy, Mikrokontroler, pH, Sensor pH 4502C

## I. PENDAHULUAN

pH merupakan konsentrasi total ion Hidrogen ( $H^+$ ) dalam larutan keasaman dan kebasaaan. Nilai pH adalah kuantitas fisik dan diukur dengan nilai-nilai berikut. pH juga dapat dikatakan sebagai satuan pengukuran seperti: keasaman atau alkalinitas satuan larutan. Satuan pH diukur pada skala dari 0 hingga 14. Istilah pH berasal dari simbol matematika "p" yang merepresentasikan nilai logaritma negatif dan "H" merupakan simbol kimia dari elemen hidrogen. Nilai pH terbentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan dengan derajat asam atau basa Hal ini terkait dengan aktivitas ion hidrogen. Ketika konsentrasi  $[H^+]$  lebih besar dari  $[OH^-]$  maka bahan tersebut dapat dikatakan bersifat asam dengan nilai pHnya dibawah 7. Apabila konsentrasi  $[H^+]$  lebih kecil dari  $[OH^-]$ , Dalam hal ini, bahan tersebut dikatakan basa dengan nilai pH lebih dari 7.[1]

pH adalah sebuah tingkat perbandingan terukur dan sistem elektronik yang umumnya digunakan untuk mengukur pH cair (atau dalam kasus khusus senyawa semi padat) disebut pH meter. Komponen yang paling penting dari pH meter adalah probe (elektroda kaca atau untuk aplikasi khusus menggunakan Ion Selective Field-Effect (ISFET)), yang terhubung ke sebuah alat yang mengukur dan menampilkan pembacaan pH. Semua pH meter dikalibrasi terhadap larutan buffer dengan aktivitas ion hydrogen yang diketahui. Penggunaan satu set larutan penyangga (standar operasional pH) telah diusulkan oleh IUPAC.[2]

Penelitian sensorik masih menjadi polemik yang cukup hangat dan menjadi topik yang sangat luas, Multi disiplin ilmu perkembangan teknologi berlangsung dimana kemajuan teknologi terus mengular dalam mikroelektronika. Tren penelitian saat ini dalam sensor dapat dilihat dengan miniaturisasi sistem sensor, pembuatan susunan sensor, Membuat sistem multi-sensor dan sensor pintar atau cerdas. Aplikasi sensor banyak dijumpai pada konsumsen, mobil dan otomotif, Laboratorium, pengelolaan lingkungan, konservasi

Energi, manufaktur, industri, obat-obatan, pertambangan, Pertanian dll. Aplikasi sistem sensor ini terus tumbuh sesuai kebutuhan. sensor saat ini di pasaran hampir semuanya diimpor. Oleh karena itu, penguasaan teknologi sensor ini sangatlah penting. Diperlukan mengingat aplikasinya yang berkelanjutan, pengembangan, implementasi serta pemenuhan kebutuhan sensor yang masih impor.[3]

Salah satunya adalah sensor pH, sensor yang banyak dipergunakan pada berbagai sektor seperti wirausahawan budidaya ikan, industri maupun Kesehatan. Sensor pH digunakan untuk menentukan derajat Keasaman atau kebasaaan suatu larutan. Pengukuran dan kontrol pH sangat penting untuk berbagai pengujian kimia dan biologi di laboratorium dan Berbagai industri. Pada umumnya jenis sensor pH yang banyak digunakan terbuat dari bahan gelas yang memiliki ukuran yang relatif besar, memiliki tahanan dalam yang sangat besar dalam orde Mega-Ohm dan mudah pecah bila terjatuh atau terbentur. Berbagai usaha telah dilakukan untuk miniaturisasi sensor pH dengan menggunakan teknologi monolitik dan teknologi film tanpa mengubah fungsinya agar dapat lebih menghemat ruang dan biaya. Seiring dengan perkembangan teknologi mikroelektronika saat ini, teknik microfabrication dapat digunakan secara efektif untuk pembuatan sensor elektro-kimia seperti sensor pH [4].

Aktuator merupakan bagian yang berfungsi sebagai penggerak dari perintah yang diberikan oleh input atau lebih singkatnya output dari sensor. Salah satu jenis dari aktuator adalah relay. Dimana relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan Kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka.[5]

Arduino adalah sebagai sebuah *platform* atau media dari *physical computing* yang bersifat open source. Disebut sebagai Platform karena, Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia merupakan suatu kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. Terdapat banyak projek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi.[6]

Logika fuzzy merupakan suatu metode yang tepat untuk memetakan atau membuat suatu blok input kedalam suatu blok output. Titik awal dari konsep modern mengenai ketidakpastian adalah paper yang dibuat oleh Lofti A Zadeh (1965), dimana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki obyek-obyek dari himpunan fuzzy yang memiliki batasan

yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan fuzzy, dan bukan dalam bentuk logika benar (true) atau salah (false), tapi dinyatakan dalam derajat (degree). Konsep seperti ini disebut dengan Fuzziness dan teorinya dinamakan Fuzzy Set Theory. Fuzziness dapat diartikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri.[7]

Pada simulasi kali ini kami akan mensimulasikan alat *pH Balancer* menggunakan software proteus dengan plot data pada matlab.

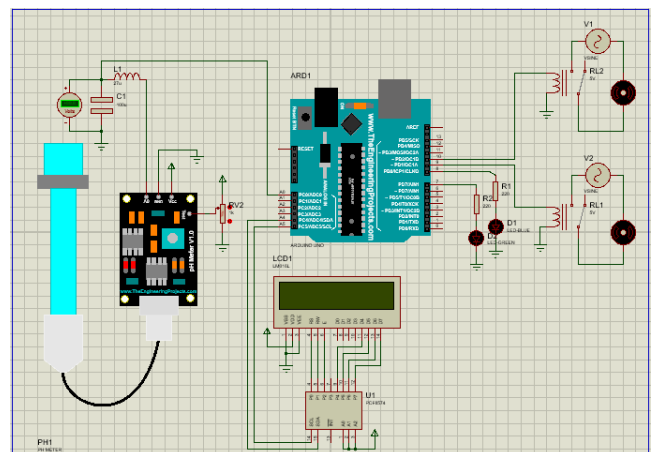
## II. METODE PENELITIAN

### A. Metode

Penelitian ini menggunakan metode studi literasi untuk mengumpulkan informasi tentang penelitian ini dan menggunakan metode simulasi software proteus dengan mengetahui cara kerja antara sensor PH-4502C, LCD 16x2 dan I2C, Relay, Motor DC sebagai Pompa dan LED sebagai indikator agar saling relevan saat dalam pennaaplikasiannya.

### B. Gambar dan Tabel

Perancangan *sistem* untuk membuat *pH Balancer* atau penyeimbang kadar pH menggunakan sensor PH-4502C yang ada pada sebuah larutan atau air dengan keluaran berupa 2 buah relay dengan fungsi pHUp dan pHDown dan 2 buah led sebagai indikator pH serta pembacaan sensor ditampilkan pada LCD 16x2, *sistem* dibuat dalam bentuk rangkaian pada gambar 1.



**Gambar 1.** Rangkaian *pH Balancer* Berbasis Logika Fuzzy menggunakan Arduino Uno

Pada gambar 1, Sensor PH-4502C merupakan komponen utama sebagai inputan untuk pembacaan nilai pH pada tempat atau larutan yang ingin dideteksi. Sensor PH-4502C memiliki output sunyal analog. Output data masuk ke pin A0 pada Arduino Uno untuk dilakukan pengondisian output. Dari input sensor PH-4502C didapati nilai pH dan tegangan, nilai pH

digunakan untuk memplot data input sebagai dasar logika fuzzy yang digunakan. Outputan dari Arduino Uno berupa 2 buah Relay sebagai saklar yang dihubungkan dengan motor (pengganti pompa) yang memiliki 2 kondisi pHUp(Penaik pH) dan pHDown(Penurun pH). Ditambah lagi terdapat 2 buah LED yang masing masing akan menyala jika kondisi pHUp dan pHDown terjadi, namun kedua LED akan mati jika kondisi pH normal. Data Pembacaan nilai pH ditampilkan pada LCD 16x2 berikut dengan kondisi larutannya.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada simulasi *sistem pH Balancer* berbasis logika fuzzy menggunakan Arduino uno ini menggunakan beberapa komponen yang harus disiapkan. Adapun komponen yang digunakan pada *sistem* ini meliputi:

1. Modul PH-4502C dan elektrode pH sensor
2. Arduino Uno (1 Buah)
3. LCD 16x2 (1 Buah)
4. Modul I2C (1 Buah)
5. Relay 2 Channel (1 Buah)
6. Motor DC (2 Buah)
7. Resistor 220Ω (2 Buah)
8. LED 5mm (2 Buah)

Pada Penggunaan sensor PH-4502C pada simulasi ini sebagai suatu pengambil data untuk menentukan berapa dan larutan apa yang harus ditambahkan pada objek yang akan dikenai. Jika hasil pembacaan sensor PH-4502C ini menunjukkan nilai pH >7 maka larutan tersebut akan ditambah larutan asam sebesar beberapa cc tergantung pada besar nilai pH nya, sedangkan apabila sensor menunjukkan nilai pH < 7 maka larutan tersebut akan ditambah larutan basa sebesar beberapa cc sesuai besar pH yang terbaca oleh sensor. Penambahan larutan tersebut melalui mekanisme, ketika kondisi telah memenuhi(pH < 7 atau pH > 7) maka relay akan on dan otomatis menyalakan pompa untuk mengalirkan larutan asam/basa dengan disertai indikator led akan menyala. Namun ketika pH = 7 maka relay dan led akan pada posisi off atau berlogika 0. Pembacaan sensor menghasilkan 2 buah nilai yaitu nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor dan nilai pH yang terbaca. Adapun rumus untuk menentukan nilai pH yaitu sebagai berikut:

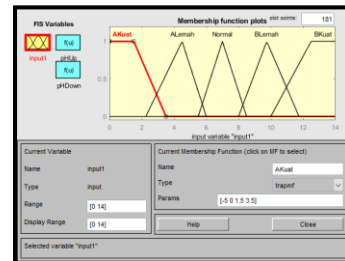
(1)

$$\text{Nilai pH} = \frac{\text{Nilai Rata - rata pH} \times 5,0}{1024} \div 6$$

Perancangan logika fuzzy pada *sistem pH Balancer* berbasis logika fuzzy menggunakan Arduino Uno ini memiliki tiga tahapan sesuai dengan aturan yang berlaku, yaitu fuzzifikasi, pembentukan aturan fuzzy, dan defuzzifikasi. Tahapan-tahapan tersebut dijabarkan sebagai berikut.

#### A. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap awal yang dilakukan dalam metode logika fuzzy. Tahap ini dilakukan dengan proses mengubah nilai crisp (numerik) menjadi himpunan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan (membership function). Dalam perancangan sistem ini menggunakan satu input, yaitu sensor pH, PH-4502C. Output yang diinginkan adalah motor sebagai pengganti pompa.

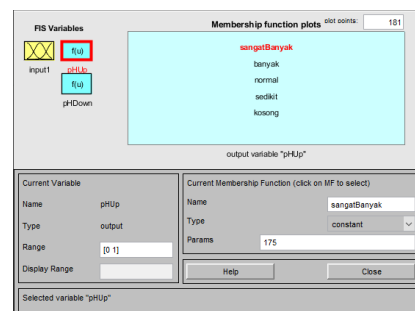


Gambar 2. Gambar Fuzzifikasi input sensor PH-4502C pada Matlab

Tabel 1. Nilai Sensor PH 4502C

| Nilai pH     | Kondisi    |
|--------------|------------|
| 0, 1.5 – 3.5 | Asam Kuat  |
| 2.25 – 6     | Asam Lemah |
| 5.5 – 8.5    | Normal     |
| 8 – 11.75    | Basa Lemah |
| 10 – 12.5,14 | Basa Kuat  |

Untuk output pada fungsi keanggotaan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



Gambar 3. Gambar Fuzzifikasi output dari sensor PH-4502C

Pada dasarnya untuk table fuzzifikasi output ini sama namun pada eksekusi dan fungsinya berbeda.

Tabel 2. Output pHUp

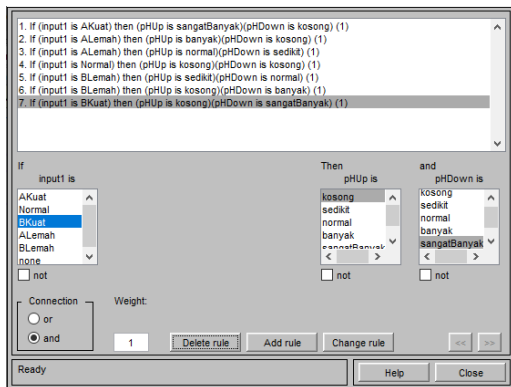
| Penambahan air(cc) | Kondisi       |
|--------------------|---------------|
| 0                  | kosong        |
| 25                 | Sedikit       |
| 50                 | Normal        |
| 100                | Banyak        |
| 175                | Sangat Banyak |

**Tabel 3.** Output pHDown

| Penambahan air(cc) | Kondisi       |
|--------------------|---------------|
| 0                  | kosong        |
| 25                 | Sedikit       |
| 50                 | Normal        |
| 100                | Banyak        |
| 175                | Sangat Banyak |

**B. Aturan Fuzzy (Fuzzy Rules)**

Aturan fuzzy dibuat berdasarkan keadaan yang diinginkan. Aturan fuzzy dibuat dalam bentuk tabel 4. dibawah ini. Untuk input sensor PH-4502C terdapat lima nilai linguistik yaitu Asam Kuat, Asam Lemah, Normal, Basa Lemah, Basa Kuat. Sedangkan output motor ada lima nilai linguistik, yaitu kosong, sedikit, normal, banyak, sangat banyak. Output LED hanya untuk sekedar indikator, apabila relay 1 on maka led menyala dan ketika relay 2 on maka led 2 menyala, dan jika kedua relay off maka kedua led akan mati. Jadi terdapat 7 aturan fuzzy yang akan diperoleh. Aturan fuzzy dibuat dengan fungsi *IF – THEN*. Dapat dilihat pada gambar 4. Berikut:



**Gambar 4.** Rules yang dibuat di Matlab

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4. di bawah ini :

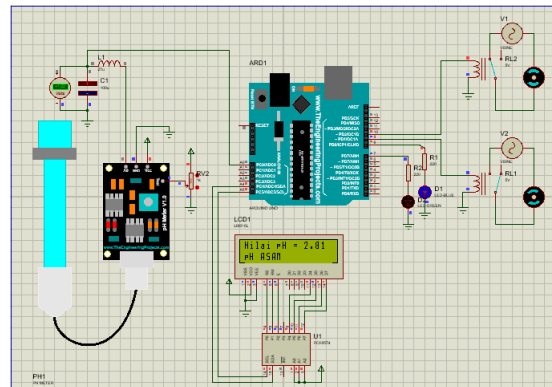
**Tabel 4.** Aturan Fuzzy

| No. | Input Sensor PH-4502C | pHUp          | pHDown        |
|-----|-----------------------|---------------|---------------|
| 1.  | Asam Kuat             | Sangat Banyak | Kosong        |
| 2.  | Asam Lemah            | Banyak        | Kosong        |
| 3.  | Asam Lemah            | Normal        | Sedikit       |
| 4.  | Normal                | Kosong        | Kosong        |
| 5.  | Basa Lemah            | Sedikit       | Normal        |
| 6.  | Basa Lemah            | Kosong        | Banyak        |
| 7.  | Basa Kuat             | Kosong        | Sangat Banyak |

**C. Defuzifikasi**

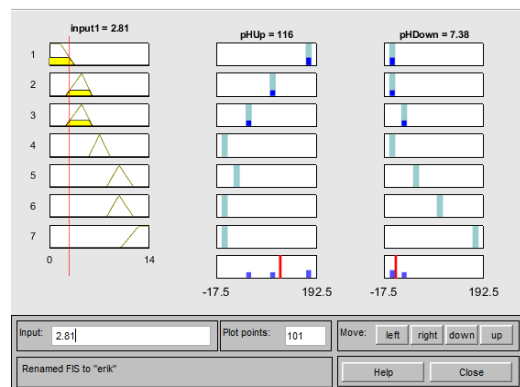
Defuzifikasi adalah tahap akhir dalam perancangan logika fuzzy. Tahap ini dapat disebut juga sebagai tahap penegasan input. Penegasan ini berdasar pada aturan-aturan fuzzy, sedangkan outputnya adalah bilangan pada domain himpunan fuzzy. Pada proses ini komponen disusun sebagaimana fungsinya masing-masing sehingga *sistem* ini dapat bekerja dengan baik. Proses perakitan dilakukan sesuai dengan gambar 1. Rangkaian *pH Balancer* Berbasis Logika Fuzzy

menggunakan Arduino Uno. Logika fuzzy akan diproses pada relay setelah menerima perintah dari mikrokontroler yang telah memproses data dari sensor PH-4502C. Sehingga motor(pengganti pompa) dapat bekerja dengan baik sesuai logika fuzzy. Serta LED juga dapat bekerja sebagaimana mestinya pada pengondisian input dan output. Berikut ini dilakukan pengujian logika fuzzy pada gambar 1. Rangkaian *pH Balancer* Berbasis Logika Fuzzy menggunakan Arduino Uno menggunakan software Proteus serta juga simulasi logika fuzzy sugeno pada Matlab.



**Gambar 5.** Gambar hasil simulasi Proteus Rangkaian *pH Balancer* 1

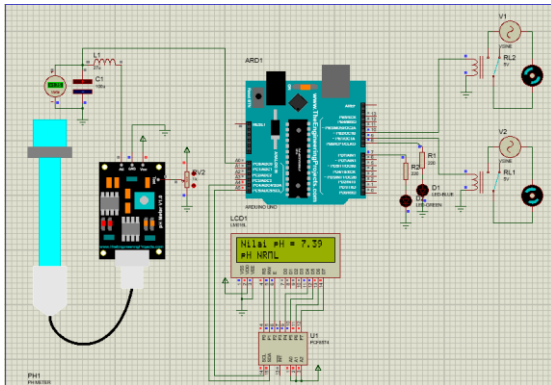
Pada gambar 5. diatas didapati nilai pembacaan tegangan sensor sebesar 1,22V dan nilai pH sebesar 2,81 dengan kondisi larutan termasuk pada larutan Asam. Ditandai dengan LED 1 berwarna biru menyala dan kondisi Relay 1 on dengan memompa larutan pada output pHUp sebesar 116 cc sesuai pada simulasi Matlab pada Gambar. 6 agar pH menjadi kondisi Normal.



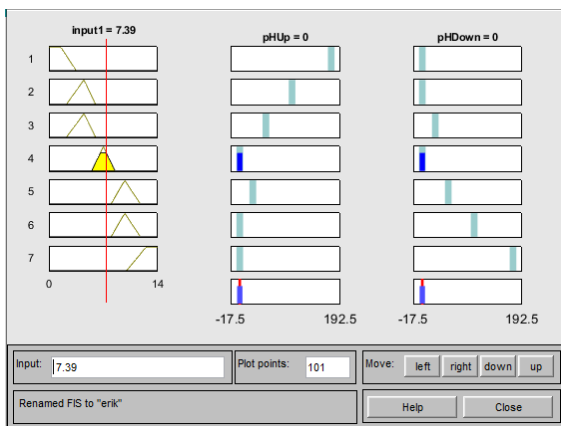
**Gambar 6.** Gambar Hasil simulasi ,Logika Fuzzy *pH Balancer* Matlab 1

Pada gambar 7. didapati nilai pembacaan tegangan sensor sebesar 1,75 Volt pada voltmeter yang terdapat pada rangkaian sensor PH-4502C dan nilai pH sebesar 7,39 yang ditampilkan pada LCD 16x2 dengan kondisi larutan termasuk pada larutan Normal atau balance. Ditandai dengan LED 1 berwarna biru

dan LED 2 berwarna hijau keduanya padam dan kondisi Relay 1 dan Relay 2 off/ mati maka tidak ada penambahan (0 cc pada masing masing outputan pompa air karena kedua Relay off) larutan karena pH yang terkandung pada larutan tersebut berada pada kondisi yang Normal.

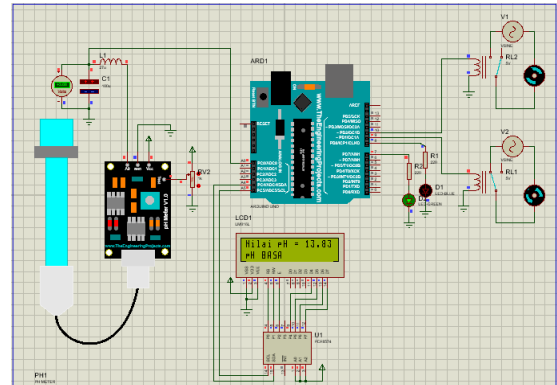


Gambar 7. Gambar hasil simulasi Proteus Rangkaian pH Balancer 2

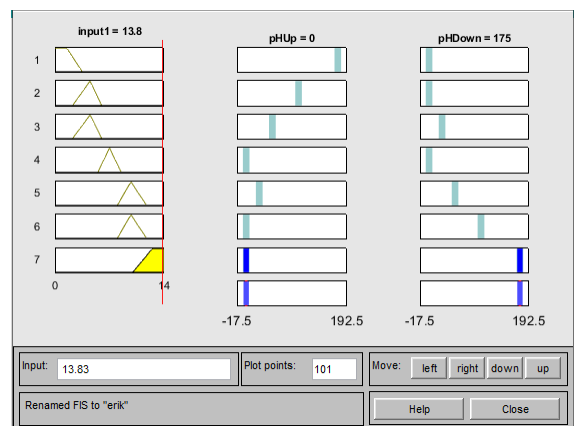


Gambar 8. Gambar Hasil simulasi ,Logika Fuzzy pH Balancer Matlab 2

Pada Gambar 9. diperoleh nilai pembacaan tegangan sensor sebesar 3,68 Volt yang ditampilkan pada voltmeter dan nilai pH sebesar 13,83 ditampilkan pada LCD 16x2 dengan kondisi larutan termasuk larutan Basa. Ditandai dengan LED 2 berwarna hijau menyala dan kondisi relay 2 on yang dipicu oleh kondisi pH lebih besar dari 7 dengan memompa larutan pada output pHDown sebesar 175 cc sesuai pada simulasi Matlab di atas agar pH menjadi kondisi larutan Normal.

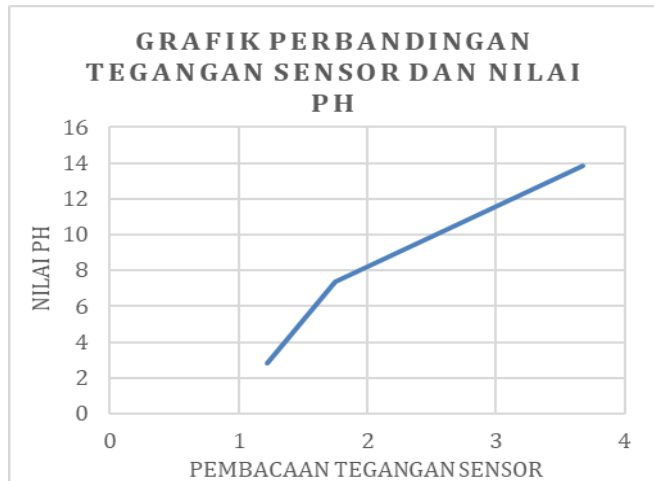


Gambar 9. Gambar hasil Simulasi Proteus Rangkaian pH Balancer 3



Gambar 10. Gambar Hasil simulasi ,Logika Fuzzy pH Balancer Matlab 3

Dari ketiga simulasi diatas jika dikaitkan dan dibuat kurva perbandingan antara nilai pembacaan tegangan sensor oleh sensor PH-4502C yang terbaca meliputi 1.22, 1.75 dan 3.68 dengan nilai pH yang didapat yaitu 2.81, 7.39 dan 13.83 maka diperoleh grafik pada Gambar 11. Dari grafik tersebut dapat dilihat grafik tersebut terus naik seiring bertambah besarnya nilai kedua variable tersebut. Dapat ditarik benang merah bahwasanya perbandingan tegangan pembacaan sensor berbanding lurus dengan nilai pH yang didapat. Semakin besar nilai tegangan pembacaan sensor PH-4502C maka semakin besar nilai pH yang terbaca oleh sensor.



**Gambar 11.** Gambar Grafik Perbandingan Antara Nilai Pembacaan Tegangan Sensor dengan Nilai pH

Dan dari ketiga simulasi tadi didapatkan tabel hasil uji sebagai berikut:

**Tabel 5.** Tabel Hasil Pengujian Simulasi *pH Balancer*

| Simulasi ke.... | Nilai Tegangan Sensor | pH    | LED1  | LED2  | Relay1 | Relay2 |
|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1               | 1,22                  | 2,81  | Nyala | Mati  | ON     | OFF    |
| 2               | 1,75                  | 7,39  | Mati  | Mati  | OFF    | OFF    |
| 3               | 3,68                  | 13,83 | Mati  | Nyala | OFF    | ON     |

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, Adapun kesimpulan yang didapatkan pada percobaan simulasi ini yaitu penggunaan logika fuzzy pada sistem *pH Balancer* menggunakan sensor PH-4502C berbasis mikrokontroler Arduino Uno secara keseluruhan memiliki tingkat keberhasilan yang sangat baik. Sistem ini dapat bekerja dengan baik untuk mempertahankan nilai pH di rentang Normal. Sistem ini didesain dan dirancang dengan sistem otomatis menggunakan logika fuzzy metode Sugeno. Metode Sugeno cocok diterapkan untuk sistem pengendalian karena memakai fungsi If-Then dalam mendapatkan hasil output logika fuzzy. Semakin besar nilai pembacaan tegangan oleh sensor PH-4502C maka semakin besar pula nilai pH yang ditampilkan oleh LCD, dapat dikatakan perbandingan tegangan pembacaan sensor dan nilai pH adalah linear. Sistem ini dapat dikembangkan lagi dengan banyak penyempurnaan utamanya pada pengondisian sensor terhadap output.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Aina Ulfa Rahmania, Her Gumiwang Ariswati dan Sumber,(2018), Perancangan pH Meter Berbasis Arduino

Uno, Jurusan Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Surabaya.  
 [2] Harlow, H. F. (1999). Electrical engineering journal articles. Sensor pH meter, 55, 893-896.  
 [3] Astria, Fani. (2014). Rancang bangun alat ukur pH dan suhu berbasis short message service (SMS) gateway. MEXTRIX - Jurnal Elektro, 8(1), 57- 65  
 [4] Roddrigues, Francio et al ( 2017 ). Fabrication and characterization of a pH sensor . IEEE 978-1- 5386-2877-5/17/ Shidiq, mahfudz. (2008).  
 [5] Daniel Alexander Octavianus Turang,(2015), PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE, Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Bontang.  
 [6] Yohanes C Saghoa, Sherwin R.U.A. Sompie, Novi M. Tulung,(2018), Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado  
 [7] Sartika Lina Mulani S. (2018), PENERAPAN FUZZY INFERENCE SYSTEM SUGENO UNTUK MENENTUKAN JUMLAH PEMBELIAN OBAT (STUDI KASUS: GARUDA SENTRA MEDIKA), JURNAL INFORMATIKA UNIVERSITAS PAMULANG 105 Vol. 3, No. 2, Juni 2018