

RANCANG BANGUN SISTEM PENGATURAN PENETRALISIR KEASAMAN AIR LIMBAH RUMAH TANGGA

Hendryono Saputra¹, Nazori Az², Eka Purwa Laksana³, Suwasti Broto³, Indra Riyanto⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Teknik, Universitas Budiluhur
Jakarta, Indonesia

¹hendryono1995@gmail.com, ²nazori@budiluhur.ac.id,

ABSTRAK

Penetralisir air limbah rumah tangga menjadi air bersih saat ini menjadi salah satu cara untuk mengurangi penggunaan air tanah. Pada tugas akhir ini akan dirancang sistem penetralisir pada air limbah perumahan menjadi air bersih. Sistem ini terdiri dari, sensor level air, sensor ph air, mikrokontroler, pompa, . Air limbah dari setiap rumah dialirkan ke bak penampung. Jika bak penampung air limbah penuh dan bak penampung air bersih kosong, air limbah dari bak penampung dialirkan ke bak pengolahan air untuk diproses menjadi air bersih dengan nilai pH 7 sampai 9. Jika hasil belum tercapai maka akan diolah kembali ke bak penampung air limbah sampai hasil tercapai. Sedangkan jika bak penampung air limbah penuh dan bak penampung air bersih juga penuh maka air bersih dapat dialirkan untuk kebutuhan warga atau dialirkan ke sungai. Dengan konsep ini maka kebutuhan air bersih warga dari air tanah dapat dikurangi dan air yang dibuang ke sungai juga air bersih yang tidak mencemari sungai. Sumber energi untuk catu daya ke sistem berasal dari energi matahari yang disimpan menggunakan baterai. Proses Penetralisir air limbah dengan Injeksi / Penambahan Aluminium Sulfat / Tawas (Al₂O₃) dan Aluminium Chlorida (PAC) sebanyak 9 mL mampu menaikkan pH dari 4,3 sampai 7,81 maka hasil sudah memenuhi standart Baku Mutu Air.

Kata Kunci : Pengaturan, pengolahan air limbah, pencemaran lingkungan,

ABSTRACT

Neutralizing household wastewater into clean water is currently one way to reduce groundwater use. In this final project, a neutralization system will be designed for residential wastewater into clean water. This system consists of, water level sensor, water ph sensor, microcontroller, pump, . Wastewater from each house is channeled into a holding tank. If the waste water reservoir is full and the clean water reservoir is empty, the wastewater from the reservoir is channeled into a water treatment tank to be processed into clean water with a pH value of 7 to 9. achieved. Meanwhile, if the waste water reservoir is full and the clean water reservoir is also full, the clean water can be channeled for the needs of the residents or flowed into the river. With this concept, residents' need for clean water from ground water can be reduced and the water discharged into the river is also clean water that does not pollute the river. The energy source for power supply to the system comes from solar energy which is stored using batteries. The process of neutralizing wastewater with injection / addition of aluminum sulfate / alum (Al₂O₃) and aluminum chloride (PAC) as much as 9 mL is able to raise the pH from 4.3 to 7.81 so the results have met the water quality standard.

Keywords: Regulation, wastewater treatment, environmental pollution

1.PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok setiap manusia, baik untuk minum, memasak, mandi dan kebutuhan lainnya. Maka setiap kehidupan tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan air. Umumnya di

masyarakat masih mengandalkan air tanah. Sedangkan air tanah yang layak pakai pada saat ini sudah mengalami kelangkaan disebabkan padatnya pemukiman dan berkurangnya titik resapan air. Sehingga adanya problematika tersebut

menimbulkan dampak air limbah yang cukup banyak.

Masalah air limbah di Indonesia saat ini masih menjadi masalah yang serius. Air limbah bisa berasal dari buangan rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lain yang mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup yang dapat mengganggu kelestarian lingkungan. *Grey water* (GW) adalah air limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga namun tidak termasuk yang berasal dari toilet. *Grey water* dinilai sebagai air limbah yang kadar pencemarnya ringan (*light*) dibandingkan dengan air limbah yang berasal dari kegiatan industri. Selain *Grey water* (GW), rumah tangga juga menghasilkan limbah kotoran manusia, yang dikenal dengan *black water*. Bahan organik, anorganik, maupun gas yang terkandung di dalam limbah cair rumah tangga dapat mencemari lingkungan serta menyebabkan berbagai penyakit. Selain itu, sebagian bahan tersebut diurai oleh mikroorganisme menjadi suatu senyawa yang dapat menimbulkan bau tidak sedap. Air limbah terdiri dari 99.7% air dan 0.3% bahan lain, seperti bahan padat, koloid dan terlarut. Bahan lain tersebut terbagi atas bahan organik dan anorganik. Beberapa ahli sanitasi menambahkan satu kategori lagi untuk limbah tetesan AC dan kulkas sebagai *clear water*. Dalam kehidupan sehari-hari, *clear water* umumnya tidak berjumlah banyak, terutama dari kulkas, sehingga sulit diolah untuk dimanfaatkan kembali. Tetesan AC yang jumlahnya sedikit akan bisa dimanfaatkan bila ditampung dalam wadah dan dapat langsung digunakan untuk keperluan bersih-bersih, misalnya cuci piring atau pakaian. [1]

Dalam tugas akhir ini dirancang sistem pengaturan penetralisir keasaman air limbah rumah. Dengan memanfaatkan air limbah yang ada diolah menjadi air bersih maka dapat mengurangi pemakaian air tanah.

II. LANDASAN TEORI

Dalam penelitian tugas akhir yang berjudul “Rancang bangun sistem pengaturan penetralisir keasaman air limbah rumah tangga” menjelaskan tentang rancang bangun untuk mengatur dan menghidupkan dua pompa air berdasarkan perhitungan debit air yang di kontrol melalui sensor level air dengan ketinggian bervariasi dan hasil air dikontrol dengan sensor pH. Dari beberapa jurnal diatas akan dirancang sebuah sistem pengaturan pompa yang bisa mengatur distribusi air mulai dari bak penampung air limbah ke bak *watertreatment* dan bak penampung air bersih dibuang ke sungai atau dipergunakan untuk kebutuhan warga berdasarkan ketinggian atau debit air pada masing-masing bak penampung yang dikendalikan melalui sensor level air dan sensor pH sehingga dapat berfungsi sesuai kebutuhan yang diinginkan. Dengan sistem pengaturan tersebut maka akan difungsikan secara otomatis berdasarkan set point.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016, air limbah merupakan air sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan. Sedangkan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. [5]

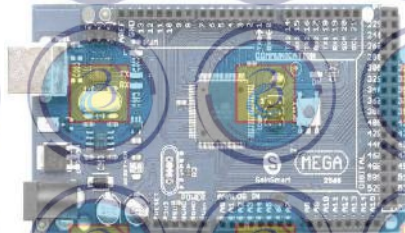
Baku mutu yang digunakan untuk mengatur limbah domestik yakni PERMEN LHK No. 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air limbah Domestik. Peraturan ini dibuat untuk menjamin seluruh air limbah domestik yang masuk ke badan air tidak melebihi dari baku mutu air sehingga tidak mencemari lingkungan.

Tabel 2.1 Tabel Baku Mutu Air Limbah Domestik

| No. | Parameter | Satuan | Kadar Maksimun |
|-----|------------------|---------------|----------------|
| 1. | pH | - | 6-9 |
| 2. | COD | mg/L | 30 |
| 3. | BOD | mg/L | 100 |
| 4. | TSS | mg/L | 30 |
| 5. | Minyak dan Lemak | mg/L | 5 |
| 6. | Amoniak | mg/L | 10 |
| 7. | Total Coliform | Jumlah/100 mL | 3000 |
| 8. | Debit | L/orang/Hari | 100 |

Arduino Mega 2560 adalah board mikrokontroler berbasis ATmega 2560 yang mempunyai 54 pin digital I/O. Board Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan oscillator 16 MHz, tombol reset, port USB, power jack DC, 15 pin yang dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin analog input, dan 4 buah pin UART. Untuk mengaktifkan Arduino Mega 2560 dapat menghubungkan power

dari USB ke PC ataupun dengan menghubungkan jack DC ke adaptor.



Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik). Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat di dengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh sebuah objek tekstil dan busa.



Sensor Ultrasonik

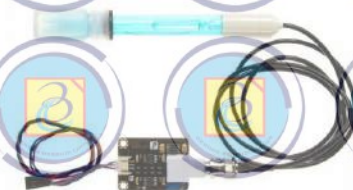
Sensor ultrasonik dibentuk dari dua buah unit, yaitu yang pertama adalah unit penerima dan yang kedua adalah unit pemancar. Kedua unit dalam sensor ultrasonik ini memiliki struktur yang sangatlah sederhana, yaitu suatu kristal piezoelectric yang terhubung dengan mekanik jangkar disambungkan hanya dengan sebuah diafragma penggetar. Kemudian kepada plat logam diberikan tegangan bolak balik yg mempunyai frekuensi kerja 40 KHz s/d 400 KHz. ketika sebuah osilator diterapkan pada suatu benda tersebut. Secara umum, sensor ultrasonik ini akan menembakkan gelombang ultrasonik menuju suatu objek tertentu atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan objek, maka objek akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima.

Jauh dan dekatnya benda yang terdeteksi serta kualitas dari sensor penerima

ataupun sensor pemancarnya, dan juga merupakan faktor penentu besaramplitudo signal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerimanya. Operasi scanning yang dijalankan oleh sensor tersebut memakai metode pantulan dengan memperhitungkan selisih jarak diantara objek sasaran dan sensor. Cara menghitung jarak tersebut ialah dengan mengalikan separuh waktu yang dipakai oleh signal ultrasonik untuk berjalan dari rangkaian Tx hingga ditangkap kembali oleh rangkaian Rx, dengan kecepatan rambat dari signal ultrasonik tersebut pada media rambat yang dipakainya (dalam hal ini adalah udara). Waktu tersebut dihitung saat pemancar aktif hingga diperoleh adanya input dari rangkaian penerima. Apabila dalam batas waktu yang ditentukan, rangkaian penerima tak juga menerima sinyal input diartikan bahwa tak ada objek yang menghalangi di depannya. Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari transmitter, receiver, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat piezoelektrik. Bagian-bagian dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

2.3 Sensor pH meter

Derajat keasaman atau pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $pH > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $pH < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Bentuk fisik dari sensor PH Meter SKU: SEN0161 ditunjukkan pada Gambar 2.9



Gambar 2,8 Sensor pH Meter SKU: SEN0161

Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang berkerja berdasarkan prinsip elektrolit / konduktivitas suatu larutan. Istilah pH berdasarkan dari "p", lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H", lambang kimia dari unsur Hidrogen.

Sensor arus

Sensor arus merupakan sensor yang mengukur besarnya arus yang melewati suatu rangkaian. Konfigurasi pin dari sensor arus ini terdiri dari pin VCC untuk tegangan power supply sebesar 5 volt ke arduino, pin Vout untuk arus

keluaran yang dihitung, pin GND untuk ground ke Arduino, pin Ground dan VCC untuk load. Sensor arus yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini menggunakan IC ACS712 yang dapat mengukur arus maksimum 5 Ampere. Bentuk fisik sensor arus dapat dilihat pada Gambar 2.9 dan spesifikasinya pada Tabel 2.4



Gambar 2.9 Bentuk Fisik Sensor Arus

2.4 Sensor tegangan

Sensor tegangan DC merupakan sensor yang dapat mengukur besarnya tegangan DC menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Prinsip kerjanya yaitu dengan membagi tegangan masukan sehingga tegangan yang dibaca oleh mikrokontroler tidak melebihi 5 volt. Bentuk fisik dari sensor tegangan dapat dilihat pada Gambar 2.10 dan spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 2.5

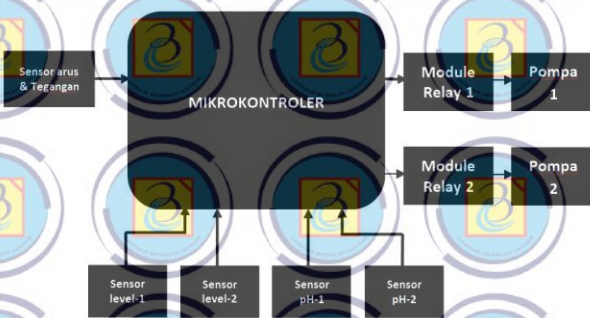


Gambar 2.10 Bentuk Fisik Sensor Tegangan

III.RANCANGAN SISTEM

Diagram Blok Sistem

Berikut ini adalah sebuah diagram blok yang menjelaskan mengenai bagian-bagian sistem yang terdapat pada rancangan alat Tugas akhir ini yang ditunjukkan pada gambar 3.2 Diagram blok sistem.



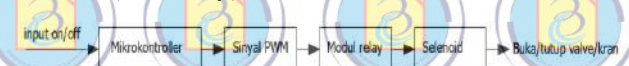
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Berdasarkan gambar 3.2 dengan keterangan sebagai berikut :

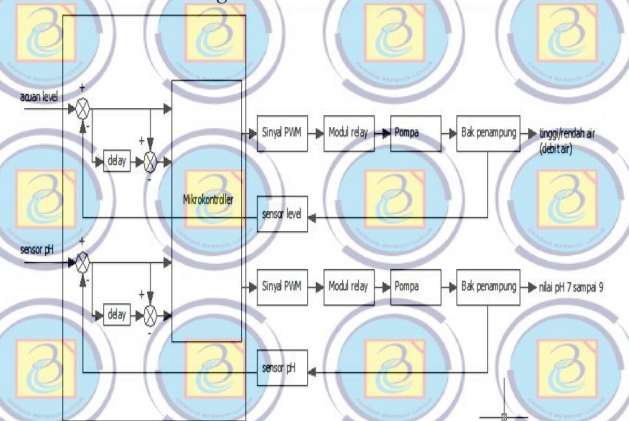
1. Sensor arus dan tegangan berfungsi untuk memberi signal arus dan tegangan ke mikrokontroler.

2. Pompa 1 dan pompa 2 berfungsi untuk menyerap air dari bak penampung air kotor dan bak penampung air bersih.
3. Sensor level 1 dan 2 berfungsi untuk mengontrol debit air pada bak penampung air kotor dan bak penampung air bersih.
4. Sensor pH 1 dan 2 berfungsi untuk mengontrol kadar keasaman air pada bak penampung air kotor dan bak penampung air bersih.
5. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali dari semua rangkaian yang diatur sesuai kebutuhan masing-masing rangkaian sehingga sistem bisa berjalan sesuai set point awal sampai finish.

Dalam sistem pengaturan pada pengolahan air limbah perumahan menjadi air bersih terdapat dua loop pengendalian yaitu pengendalian solenoid untuk membuka dan menutup valve pada bak penampung air bersih yang dilakukan secara terbuka (*open loop*) dan sistem pengendalian debit air atau ketinggian air untuk meng-on-off-kan motor pompa sebagai penyerap air kotor dan penyerap air bersih yang dilakukan secara tertutup (*close loop*).



Gambar 3.4 Diagram Blok Open Loop Sistem Pengendalian Solenoid



Gambar 3.5 Diagram Blok Close Loop Sistem Pengendalian Ketinggian Air Dan Nilai PH

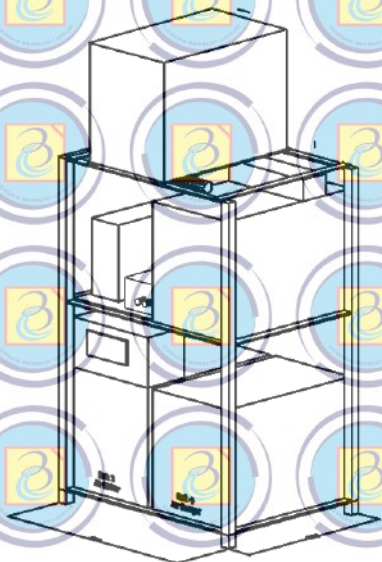
Perancangan Perangkat keras (Hardware)

Dalam perancangan perangkat keras ini terdiri dari dua bagian penting yaitu:

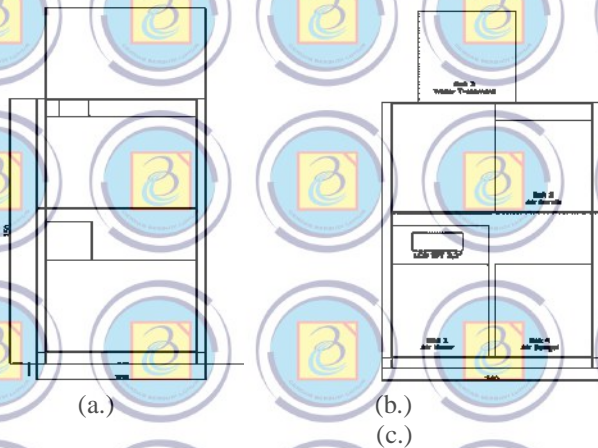
1. Perancangan mekanik yaitu merupakan rancangan kerangka alat dari rancang bangun sistem pengaturan on/off pompa automatic menggunakan Mikrokontroler.
2. Rancangan elektronik yaitu perancangan beberapa perangkat yang membentuk suatu sistem elektronik.

Perancangan Mekanik

Perancangan penyangga bak penampungan air kotor, dudukan bak water treatment, dudukan bak air bersih dan bak pembuangan/air kali terbuat dari besi siku ukuran panjang 50 cm, lebar 38 cm dan tinggi 75 cm. Adapun bak penampung menggunakan Aquarium ukuran 36cm x 22cm x 26 cm sebanyak 4 unit yang terdiri bak 1 (air kotor), bak 2 (air bersih), bak 3 (*water treatment*) dan bak 4 (air sungai). Pada gambar 3.6 dan 3.7 rancangan dudukan bak penampungan dan tiang penyangga.



Gambar 3.6 Desain Bak Penampung Dan Penetralsir Keasaman



Gambar 3.7 Desain Tiang Penyangga Bak
(a.) Tampak Samping (b.) Tampak Depan (c.) Tampak Atas

3.5.2 Perancangan sistem Elektronik

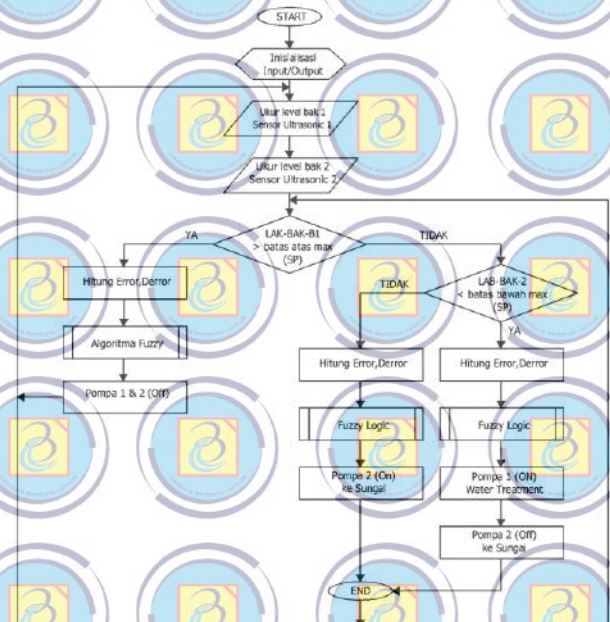
Perancangan elektronik meliputi rangkaian minimum mikrokontroler, rangkaian sensor ultrasonic, rangkaian sensor pH, rangkaian module relay, rangkaian LCD, rangkaian rangkaian RTC (*Real time Clock*), rangkaian sensor tegangan, sensor arus dan rangkaian keseluruhan.

3.5 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Sistem pengendalian level air pada bak penampungan air bersih dan bak penampung air bersih secara terintegrasi berbasis fuzzy logic menggunakan Algoritma kontrol logika fuzzy yang diimplementasikan menggunakan program bahasa C yang di tanamkan pada mikontroler arduino. Algoritma program terdiri dari algoritma program utama, algoritma sub program umpan balik, dan algoritma sub program fuzzy.

3.6.1 Algoritma Program Utama

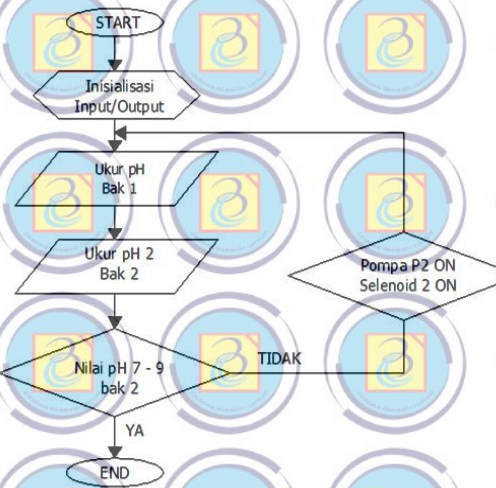
Algoritma program utama di tunjukkan pada pada Gambar 3.27.



Gambar 3.20 Diagram Alir Pengaturan Level Air Terhadap Bak 1 Dan Bak 2

Keterangan :

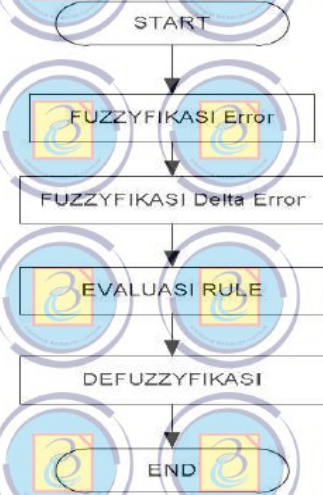
- LAK_BAK1 = Level air Kotor Bak penampung 1
- LAB_BAK2 = Level air Bersih Bak penampung 2
- I/O = Input / Output
- SP = Set Point



Gambar 3.21 Diagram Alir Pembacaan pH

3.6.2 Algoritma Sub Program Logika Fuzzy

Algoritma sub program logika fuzzy di tunjukkan pada Gambar 3.40.



Gambar 3.22 Alir Sub Program Fuzzy.

IV. HASIL DAN ANALISA

selanjutnya akan dilakukan analisa untuk mengetahui unjuk kerja sistem yang telah dirancang. Adapun pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian sistem beberapa bagian dan pengujian sistem keseluruhan. Pengujian sistem terdiri dari :

1. Pengujian Rangkaian Sensor Level air
2. Pengujian Rangkaian Sensor Ph
3. Pengujian Filter / watertreatment
4. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

4.1 Pengujian Sensor Level Air

Pengujian sensor level air bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor level air apakah dapat mendeteksi level air pada bak penampung air 1 dan bak penampung air 2 dengan akurat atau tidak. Pengujian dilakukan dengan menempatkan sensor

| Level air sebenarnya diukur dengan meteran (cm) | Level air hasil pembacaan sensor (cm) | Kesalahan (cm) | Kesalahan (%) |
|---|---------------------------------------|----------------|---------------|
| 1 cm | 1 cm | 0 cm | 0 |
| 2 cm | 2.02 cm | 0.02 cm | 1 |
| 3 cm | 2.95 cm | 0.05 cm | 1.67 |
| 4 cm | 3.91 cm | 0.09 cm | 2.25 |
| 5 cm | 5.05 cm | 0.05 cm | 1 |
| 6 cm | 6.02 cm | 0.02 cm | 0.33 |
| 7 cm | 7.03 cm | 0.03 cm | 0.42 |
| 8 cm | 7.95 cm | 0.05 cm | 0.62 |
| 9 cm | 8.72 cm | 0.28 cm | 3.1 |
| 10 cm | 9.95 cm | 0.05 cm | 0.5 |
| 11 cm | 11.07 cm | 0.07 cm | 0.63 |
| 12 cm | 12.16 cm | 0.16 cm | 1.33 |
| 13 cm | 12.97 cm | 0.03 cm | 0.23 |
| 14 cm | 14.03 cm | 0.03 cm | 0.21 |
| 15 cm | 14.97 cm | 0.03 cm | 0.2 |
| 16 cm | 16.14 cm | 0.14 cm | 0.87 |
| 17 cm | 16.76 cm | 0.24 cm | 0.05 |
| 18 cm | 17.83 cm | 0.27 cm | 1.5 |
| 19 cm | 19.10 cm | 0.10 cm | 0.52 |
| 20 cm | 20.03 cm | 0.03 cm | 0.15 |

level air pada posisi tetap yaitu diatas tampungan air supaya dapat membaca level air. Pembacaan level air yang dihasilkan oleh sensor level air dibandingkan dengan pengukuran menggunakan meteran kayu seperti terlihat pada Gambar 4.1. Hasil pengujian pembacaan level air ditunjukkan pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Pengkondisian Sensor Level Air Dan Meteran Dengan Satuan Cm

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Level Air

| Level air sebenarnya diukur dengan meteran (cm) | Level air hasil pembacaan sensor (cm) | Jarak hasil pembacaan sensor (cm) |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 cm | 1 cm | 22 cm |
| 2 cm | 2.1 cm | 20.9 cm |
| 3 cm | 2.9 cm | 20.0 cm |
| 4 cm | 3.9 cm | 19.0 cm |

| | | |
|-------|---------|---------|
| 5 cm | 5.1 cm | 17.9 cm |
| 6 cm | 6.0 cm | 16.9 cm |
| 7 cm | 7.0 cm | 15.9 cm |
| 8 cm | 7.9 cm | 15.0 cm |
| 9 cm | 8.7 cm | 14.2 cm |
| 10 cm | 9.9 cm | 13.0 cm |
| 11 cm | 11.1 cm | 11.9 cm |
| 12 cm | 12.1 cm | 10.8 cm |
| 13 cm | 12.9 cm | 10.1 cm |
| 14 cm | 14.1 cm | 8.9 cm |
| 15 cm | 14.9 cm | 8.0 cm |
| 16 cm | 16.1 cm | 6.8 cm |
| 17 cm | 16.7 cm | 6.2 cm |
| 18 cm | 17.8 cm | 5.1 cm |
| 19 cm | 19.1 cm | 3.9 cm |
| 20 cm | 20.0 cm | 2.9 cm |

Contoh :
 Level air sebenarnya : 20 cm
 Level air hasil pembacaan sensor : 20.03 cm
 Kesalahan : |level air sebenarnya – level hasil pembacaan sensor|
 : |20 – 20.03| cm
 : 0.03 cm
 %kesalahan : $\frac{Kesalahan}{level\ air\ sebenarnya} \times 100\%$

30.00 : 0.15
4.2 Pengujian Sensor pH
 20.00 Pengujian dari sensor pH (SKU SEN0169) bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan pembacaan nilai kadar pH dalam air oleh sensor, karena nilai pembacaan yang akurat sangat penting untuk hasil kerja sistem pengendali fuzzy logic 1. level air...
 10.00 Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah rangkaian sensor pH dan papan kontroler Arduino MEGA2560, PC, gelas, air dengan nilai pH yang berbeda-beda, alat ukur pH meter digital auto calibrate. Sebelum membandingkan hasil pembacaan sensor pH perlu dilakukan dahulu proses kalibrasi pada pH meter digital dan pada sensor pH.

Dari hasil pengujian sensor level air, didapat hasil sebagai berikut :
 Diketahui level air dengan persamaan :
 Level air = tinggi permukaan bidang – pembacaan sensor (4.1)

Dengan tinggi permukaan bidang = 23 cm
 Untuk level air dapat dihitung dari tabel 4.2 nomor 1.

Level air = tinggi permukaan bidang – pembacaan sensor level air
 = 23 cm – 22 cm
 Level air = 1 cm

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Level Air Dan Kesalahan

Dari hasil pengujian Tabel 4.2 dapat dibuat grafik hubungan antara hasil pembacaan sensor terhadap meteran yang ditunjukkan pada Grafik pada Gambar 4.2

Gambar 4.2 Grafik Pembacaan Level Air Sebenarnya Terhadap Pembacaan Sensor

Rumus untuk mencari kesalahan dan presentasi kesalahan sebagai berikut :

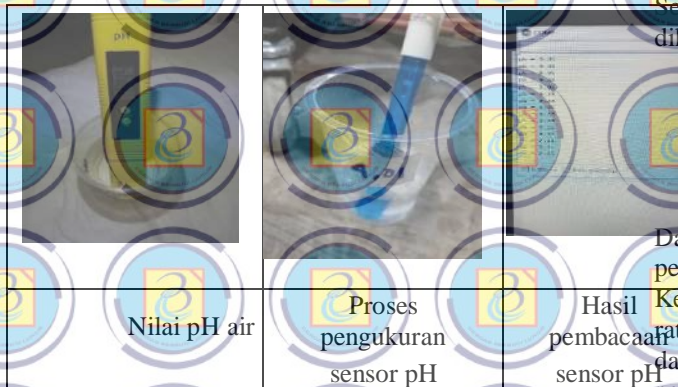
Kesalahan : |level air sebenarnya – level hasil pembacaan sensor| (4.2)
 %kesalahan : $\frac{Kesalahan}{level\ air\ sebenarnya} \times 100\%$ (4.3)

Kalibrasi pH meter digital menggunakan dua air larutan pH kalibrasi yang dijual dipasaran dengan nilai pH 4.00 dan pH 6.86. Tahapan untuk melakukan proses kalibrasi pembacaan pH meter digital sebagai berikut :

1. Menyiapkan air suling (aquades) sebanyak 1000ml, gelas ukur 250ml, 2 buah gelas yang dapat menampung air 250 ml, 2 buffer powder pH dengan nilai pH 4.00 dan pH 6.86.
2. Selanjutnya memasukkan air suling dengan menggunakan gelas ukur sebanyak 250ml ke dalam gelas penampung air dan tuangkan seluruh isi buffer powder pH dengan nilai 4.00 kedalam gelas penampung air kemudian aduk sampai merata.
3. Mengulangi langkah nomor 2 dengan buffer powder pH bernilai 6.86.
4. Mengukur air bernilai pH 4.00 pada gelas penampung dengan menggunakan pH meter digital kemudian tekan tombol CAL pada pH meter sampai layar pada LCD menunjukkan angka 4.00.
5. Mengulangi langkah nomor 4 dengan air bernilai pH 6.86 sampai LCD menunjukkan angka 6.86.
6. Proses kalibrasi PH meter digital selesai dan siap untuk digunakan. Dokumentasi kalibrasi pH meter ditunjukkan pada Gambar 4.7

Dokumentasi pengujian sensor pH SKU SEN0169 yang sudah di kalibrasi ditunjukkan pada Gambar 4.3. Hasil pembacaan nilai pH

oleh sensor ditunjukkan pada Tabel 4.3.



Nilai pH air

Proses pengukuran sensor pH

Hasil pembacaan sensor pH

Gambar 4.4 Dokumentasi Pengujian Sensor Ph

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Ph dari Air Sampel

| No. | Nilai pH air | Sensor pH |
|-----|--------------|-----------|
| 1. | 3,89 | 3,81 |
| 2. | 4,72 | 4,82 |
| 3. | 7,15 | 7,47 |
| 4. | 8,03 | 8,76 |
| 5. | 8,44 | 9,35 |
| 6. | 8,66 | 9,73 |
| 7. | 11,69 | 13,22 |

Hasil nilai pengujian yang ditampilkan pada Tabel 4.5 selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung nilai error pembacaan sensor pH. Penghitungan nilai error dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Error} = \frac{|\text{nilai pH meter} - \text{nilai sensor pH}|}{\text{nilai pH meter}} \times 100\% \quad (4.9)$$

Contoh perhitungan error dari data nomor 5 adalah sebagai berikut :

$$\text{Error} = \frac{|8,44 - 9,35|}{8,44} \times 100\%$$

Hasil perhitungan nilai error pembacaan pada sensor pH SKU SEN0169 ditunjukkan pada Tabel 4.4.

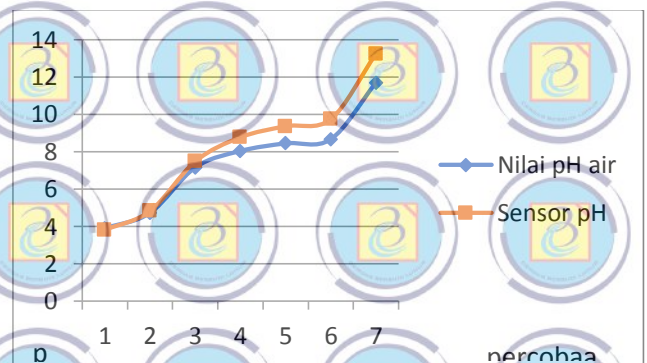
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Nilai Error Pembacaan Sensor Ph

| No. | Nilai pH air | Sensor pH | Selisih | Nilai error hasil pembacaan sensor pH |
|-----|--------------|-----------|---------|---------------------------------------|
| 1. | 3,89 | 3,81 | 0,08 | 2.06 % |
| 2. | 4,72 | 4,82 | 0,10 | 2.12 % |
| 3. | 7,15 | 7,47 | 0,32 | 4.48 % |
| 4. | 8,03 | 8,76 | 0,73 | 9.09 % |
| 5. | 8,44 | 9,35 | 0,91 | 10.78 % |
| 6. | 8,66 | 9,73 | 1,07 | 12.36 % |
| 7. | 11,69 | 13,22 | 1,53 | 13.09 % |

Pada Tabel 4.4 ditampilkan hasil perhitungan nilai error sensor pH SKU SEN0169. Selanjutnya untuk mencari nilai rata-rata error dapat dihitung :

$$\bar{x} = \frac{2,06+2,12+4,48+9,09+10,78+12,36+13,09}{7} \times 100\% = 7,7\%$$

Dari hasil penghitungan di dapatkan nilai error pembacaan sensor pH SKUSEN0169 sebesar 7,7%. Kesalahan relatif min 2,06 % dan max 13,09%. Nilai rata-rata error pembacaan sensor pH yang di dapatkan berbeda dengan nilai rata-rata error hasil perhitungan dari persamaan linier disebabkan kualitas sensor dan ph meter yang berbeda. Perbandingan hasil penghitungan dan pembacaan sensor pH di tampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Hasil Perhitungan Dan Hasil Pembacaan Sensor Ph

Pengujian dan Analisa Filter / Watertreatment

Pengujian filter air ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang di butuhkan untuk menjernihkan air pada tempat penampungan air. Proses filter air ini dibagi menjadi 2 yaitu kekeruhan dan keasaman.

4.3.1 Pengujian Penjernihan Air Keruh

Pengujian Filter air keruh ini di lakukan menggunakan filter sederhana untuk mengetahui proses menyaring air keruh yang ada dengan menggunakan air yang sudah di keruhkan.

- Menyiapkan media filter sederhana yang terdiri tiga lapis antara lain :
lapisan bawah kerikil ukuran 25 cm x 38 cm x 3 cm, lapisan tengah pasir silica ukuran 25 cm x 38 cm x 10 cm, lapisan atas mangan zeloit ukuran 25 cm x 38 cm x 10 cm.





Gambar 4.6 Media Filter Sederhana Tampak Depan



Gambar 4.7 Media Filter Sederhana Tampak Samping

2. Mengalirkan air secara gravitasi dari atas dan output dibawah.
3. Output filter tersebut masuk pada bak penampung air bersih untuk di cek kadar keasamannya.

Pada pengujian air keruh disini hanya sebatas dari hasil yang terlihat oleh penglihatan mata saja. Hasil air jernih setelah filter disini yang akan di uji dengan pH meter untuk mengetahui kadar keasaman pada air tersebut.

4.3.2 Pengujian Kadar Keasaman Air

Pada pengujian keasaman air disini dilakukan dengan menambahkan *Aluminium Sulfat / Tawas (Al_2OH)* dan *Aluminium Chlorida (PAC)* pada bak penampung air bersih untuk penetralisir keasaman. Adapun langkah-langkah pengujian sebagai berikut :

1. Bak air bersih ditambahkan *Aluminium Sulfat / Tawas (Al_2OH)* dan *Aluminium Chlorida (PAC)*.



Gambar 4.8 Aluminium Sulfat / Tawas (Al_2OH) dan Aluminium Chlorida (PAC)

2. Air yang masuk otomatis akan tercampur larutan tersebut dan akan dideteksi oleh sensor pH.



Gambar 4.9 Bak Air Bersih

3. Sensor pH akan membaca nilai pH sesuai settingan awal. Jika nilai pH sesuai settingan maka "Feedback Off" air akan ditampung untuk kebutuhan warga dan dibuang ke sungai. Jika nilai pH tidak sesuai maka Pompa akan ON dan air akan "Feedback On" ke filter kembali secara otomatis.



Gambar 4.10 pH Air Belum Tercapai dimonitor “Feedback On”



Gambar 4.11 pH Air Sudah Tercapai dimonitor “Feedback Off”

Adapun Percobaan berikut dilakukan pada 500 mL sampel air baku pH 4,3 pemberian Tawas dan PAC dilakukan beberapa tahap sebagai berikut :

Tabel 4.5. Pengujian Air Baku Diinjeksi Tawas

| No | pH Air Baku | Jumlah Injeksi Tawas | pH Air setelah Injeksi Tawas |
|----|-------------|----------------------|------------------------------|
| 1. | 4,3 | 1 mL | 9,82 |
| 2. | 4,3 | 2 mL | 9,62 |
| 3. | 4,3 | 3 mL | 9,34 |
| 4. | 4,3 | 4 mL | 9,03 |
| 5. | 4,3 | 5 mL | 8,73 |
| 6. | 4,3 | 6 mL | 8,47 |
| 7. | 4,3 | 7 mL | 8,19 |
| 8. | 4,3 | 8 mL | 7,81 |
| 9. | 4,3 | 9 mL | 7,41 |

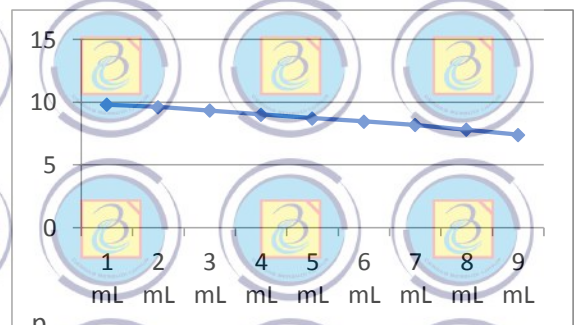
Tabel 4.6 Pengujian Air Baku Diinjeksi PAC

| No | pH Air Baku | Jumlah Injeksi PAC | pH Air setelah Injeksi PAC |
|----|-------------|--------------------|----------------------------|
| 1. | 4,3 | 1 mL | 10,06 |
| 2. | 4,3 | 2 mL | 9,82 |
| 3. | 4,3 | 3 mL | 9,44 |
| 4. | 4,3 | 4 mL | 9,43 |
| 5. | 4,3 | 5 mL | 8,93 |
| 6. | 4,3 | 6 mL | 8,87 |

| | | | |
|----|-----|------|------|
| 7. | 4,3 | 7 mL | 8,59 |
| 8. | 4,3 | 8 mL | 7,91 |
| 9. | 4,3 | 9 mL | 7,81 |

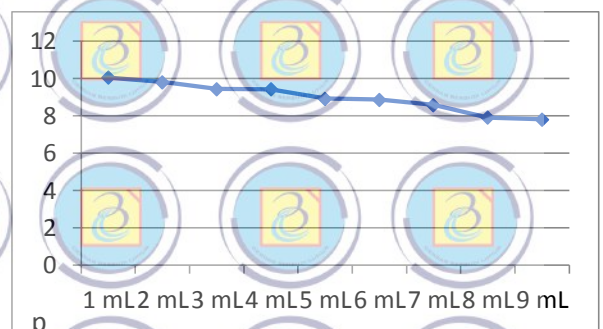
Tabel 4.6 di atas menunjukkan bahwa pada Air Baku dan injeksi larutan tawas 9 mL mampu menaikkan pH air baku dari 4,3 menjadi 7,41 dan Tabel 4.7 menunjukkan bahwa pada Air Baku dan injeksi larutan PAC 9 mL mampu menaikkan pH air baku dari 4,3 menjadi 7,81 dan telah memenuhi persyaratan kualitas air minum untuk pH 6,5 – 8,5

Dari Tabel diatas dapat dilihat melalui Grafik Gambar Air Baku terhadap Injeksi Tawas.



Gambar 4.12 Grafik Gambar Air Baku terhadap Injeksi Tawas

Dari Tabel diatas dapat dilihat melalui Grafik Gambar Air Baku terhadap Injeksi PAC.



Gambar 4.13 Grafik Gambar Air Baku terhadap Injeksi PAC

4.4 Pengujian Keseluruhan

Tujuan pengujian rangkaian secara keseluruhan ini adalah untuk mengetahui kerja sistem secara keseluruhan dalam melakukan pengendalian On Off pompa 1 dan pompa 2 terhadap ketinggian air yang terbaca guna mencapai setpoint. Sistem kendali On Off pompa terhadap ketinggian air dengan fuzzy logic controller ini merupakan sistem kendali kontinu dimana sistem akan mengendalikan on off pompa secara terus menerus. Pengujian sistem dilakukan dengan memberi setpoint yang berbeda melalui program. Setpoint ditentukan berdasarkan kondisi level air pada saat pengujian.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat keseluruhan dengan prototipe lengkap sesuai sistem yang telah sesuai perancangan, yang terdiri dari, sensor level 1 dan 2, sensor pH 1 dan sensor pH 2, Mikrokontroler, LCD, sensor arus, tegangan dan bak penampung 4 unit yang terdiri bak penampung air kotor/limbah, bak watertreatment, bak penampung air bersih, bak sungai yang ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Persiapan prototype

2. Memasukkan data (*set point*) ketinggian air dalam satuan cm, dengan cara mengatur nilai dengan menekan (+) dan (-) sesuai yang diinginkan.



Gambar 4.15 Set Point Ketinggian Air Bak 1 dan Bak 2

3. Set point untuk pH 7 – 9 masuk dalam program Arduino.
4. Menghidupkan alat dengan menekan *START/STOP* yang terdapat pada LCD Touch pengendali. Pada saat prototipe aktif, maka tampilan LCD ditunjukkan pada Gambar 4.15



Gambar 4.16 Tampilan Layar LCD

5. Sensor level air mendeteksi level air. Setelah mendapatkan level air, maka sistem kontrol secara otomatis akan membandingkan level air aktual dengan level air set point yang telah dimasukkan. Pembacaan level air difungsikan untuk mengendalikan *On/Off* pompa bak 1 dan bak 2 agar dapat berfungsi sebagai mana set point awal.
6. Apabila level air yang dikehendaki sudah tercapai, alat akan tetap aktif melakukan proses pengendalian level air sampai alat dinonaktifkan dengan menekan tombol *STOP*.
7. Sensor pH2 mendeteksi apabila nilai pH2 tercapai maka air akan ditampung atau dialirkan ke sungai, tetapi jika nilai pH2 tidak tercapai maka air akan dikembalikan ke filter dan Pompa dan selenoid akan On.
8. Selesai

Dalam pengujian keseluruhan sistem ini akan di setting beberapa variasi agar hasil bisa diamati kakurasiannya perangkat tersebut. Set point yang akan dilakukan yaitu :

Set point : Bak 1 = Level ketinggian 5 cm,
Bak 2 = Level ketinggian 15cm
dan pH = 7 - 9

Pada set point ditentukan berdasarkan level ketinggian air yang ditentukan yaitu batas bawah bak 1 sebesar 5 cm dan level ketinggian bak 2 sebesar 15 cm dan nilai pH 7 sampai 9. Dengan tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kerja sistem dalam mencapai set point dengan kondisi level air yang terbaca dan nilai pH dapat berfungsi dengan baik dan hasil pengujian sistem ditunjukkan pada Gambar 4.17 dan Tabel 4.7.



Gambar 4.17 Tampilan Layar LCD Set Point

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sistem Dengan Set Point

| No | Set Point (cm) | | Level air (cm) bak 1 | Level air (cm) bak 2 | Pompa 1 (On/Off) | Pompa 2 (On/Off) | Sensor Ph 1 | Sensor Ph 2 | Ket |
|----|----------------|-------|----------------------|----------------------|------------------|------------------|-------------|-------------|------------------|
| | bak 1 | bak 2 | | | | | | | |
| 1 | 5 | 15 | 7-9 | 0-15 | OFF | OFF | 0 | 0 | |
| 2 | 5 | 15 | 7-9 | 6-10 | ON | OFF | 4,3 | 0 | |
| 3 | 5 | 15 | 7-9 | 6-10 | ON | ON | 4,3 | 5,3 | P2= Feedback On |
| 4 | 5 | 15 | 7-9 | 6-10 | ON | ON | 4,3 | 6,2 | P2= Feedback On |
| 5 | 5 | 15 | 7-9 | 6-10 | ON | ON | 4,3 | 7,7 | P2= Feedback Off |
| 6 | 5 | 15 | 7-9 | 6-10 | OFF | ON | 4,3 | 8,2 | P2= Feedback Off |
| 7 | 5 | 15 | 7-9 | 5 | OFF | OFF | 4,3 | 9,8 | P2= Feedback Off |
| 8 | 5 | 15 | 7-9 | 5 | OFF | OFF | 4,3 | 9,8 | P2= Feedback Off |
| 9 | 5 | 15 | 7-9 | 5 | OFF | OFF | 4,3 | 8,3 | P2= Feedback Off |
| 10 | 5 | 15 | 7-9 | 5 | OFF | OFF | 4,3 | 7,8 | P2= Feedback Off |
| 11 | 5 | 15 | 7-9 | 5 | OFF | OFF | 4,3 | 7,3 | P2= Feedback Off |
| 12 | 5 | 15 | 7-9 | 5 | OFF | OFF | 4,3 | 6,9 | P2= Feedback Off |
| 13 | 5 | 15 | 7-9 | 5 | OFF | OFF | 4,3 | 6,7 | P2= Feedback Off |
| 14 | 5 | 15 | 7-9 | 5 | OFF | OFF | 4,3 | 6,3 | P2= Feedback Off |
| 15 | 5 | 15 | 7-9 | 5 | OFF | OFF | 4,3 | 6,3 | P2= Feedback Off |

Bak 1=5 Cm Bak 2=15 Cm, pH=7-9

Dari hasil pengujian set point di atas alat pada sistem pengendali level air dan pH didapatkan analisa

sebagai berikut :

1. Sistem Pengaturan pompa 1 dan pompa 2 bekerja steady state mencapai set point 5 cm pada bak 1 sehingga Pompa 1 bekerja normal. Pada bak 2 set point 15 cm sehingga Pompa 2 bekerja dengan steady stay membuang ke sungai maupun ke warga.
2. Sistem Filter sederhana yang berisi kerikil, pasir silica dan mangan zeloit tersebut difungsikan penyaring air keruh menjadi air jernih.
3. Proses Injeksi / Penambahan Aluminium Sulfat / Tawas (Al_2OH) dan Aluminium Chlorida (PAC) sebanyak 9 mL mampu menaikkan pH dari 4,3 sampai 7,81 dan nilai pH sudah stabil
4. Sistem dapat berjalan dengan sempurna dan mampu menghasilkan pH ke titik netral pada nilai 6,3 sampai 7,7 pada bak 2.

V KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan percobaan yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu dicatat dan diambil sebagai kesimpulan. Hal-hal tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

1. Hasil pembacaan sensor level air yang digunakan memiliki kesalahan ± 0.087 cm setiap pembacaan sensor dilakukan dan sensor pH menunjukkan hasil pembacaan dengan nilai rata-rata error 7,7%, kesalahan relatif min 2,06 % dan max 13.09%.
2. Sistem Pengaturan pompa 1 dan pompa 2 bekerja steady state mencapai set point 5 cm pada bak 1 sehingga Pompa 1 bekerja normal. Pada bak 2 set point 15 cm sehingga Pompa 2 bekerja dengan steady stay membuang ke sungai maupun ke warga dan nilai pH air bak 2 kurang dari 7 maka air akan feedback ke bak watertreatment kembali.
3. Proses Injeksi / Penambahan Aluminium Sulfat / Tawas (Al_2OH) dan Aluminium Chlorida (PAC) sebanyak 9 mL mampu menaikkan pH dari 4,3 sampai 7,81 maka hasil sudah memenuhi standart Baku Mutu air.
4. Sistem dapat berjalan dengan sempurna dan mampu menghasilkan pH ke titik netral pada nilai 6,3 sampai 7,7 pada bak 2.

REFERENSI

- [1] "KARAKTERISTIK AIR LIMBAH RUMAH TANGGA (grey water) PADA SALAH SATU PERUMAHAN MENENGAH KEATAS

YANG BERADA DI TANGERANG SELATAN.”

[2] E. Nilasari dan M. Faizal, “Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). (Studi Kasus di perumahan Griya Mitra 2, Palembang),” no. 1, hlm. 6, 2016.

[3] D. Yunita, S. Humaedi, dan N. I. Sagita, “PEMANFAATAN KEMBALI AIR LIMBAH RUMAH TANGGA DALAM UPAYA EFISIENSI PENGGUNAAN AIR,” hlm. 5.

[4] M. R. Juniarto, “PORTABLE ALAT PENJERNIH AIR DENGAN SISTEM FILTRASI,” hlm. 16, 2013.

[5] “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Tentang Baku Mutu Air.2016 ”

[6] “ANALISIS PENGGUNAAN KOAGULAN POLY ALUMINIUM CHLORIDE (PAC) DAN KITOSAN PADA PROSES PENJERNIHAN AIR DI PDAM TIRTA PAKUAN BOGOR.”

[7] “Optimasi Koagulasi-Flokulasi dan Analisis Kualitas Air Pada Industri Semen.”