



PERANCANGAN SISTEM UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS AIR MENGGUNAKAN SENSOR TURBIDITY DAN SENSOR PH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Fauzi Akbar ¹, Tati Erlina ^{*2}, Rizka Hadelina ³

^{1,2,3} Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas, Padang, Sumatra Barat, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: 29 Oktober 2023

Revised: 14 Januari 2024

Available online: 30 April 2024

KEYWORDS

Electronic, Serun, Arduino Mega2560, ESP8266, Sensor Turbidity, Sensor pH meter, Telegram, Pompa DC, Relay.

E-mail: tatierlina@it.unand.ac.id

A B S T R A K

Air bersih merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia sehari-hari. Akan tetapi tidak semua orang dapat mendapatkan air bersih. Di Indonesia masih banyak terdapat daerah yang kesulitan mendapatkan air bersih. Menurut [1], terdapat sekitar 6% luas daerah di Indonesia yang mengalami krisis air bersih pada tahun 2000, dimana jumlah ini diprediksi akan terus meningkat menjadi 9,6% di tahun 2045. Berdasarkan data ini setidaknya terdapat peningkatan daerah kritis air bersih sebanyak 0,08% setiap tahunnya. syarat agar air memenuhi standar baku mutu kesehatan adalah memiliki tingkat kekeruhan dengan nilai skala kekeruhan maksimal 25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) serta tingkat pH air berada pada angka 6,5-8,5. Karena hal tersebut diperlukan sistem yang dapat menjernihkan air secara otomatis dengan memberikan tawas sesuai dengan takaran yang tepat, dan juga user dapat mendapatkan notifikasi terkait kondisi air pada jarak jauh. Pada sistem untuk meningkatkan kualitas air ini maka sensor turbidity akan digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan yang dimiliki air dan sensor pH akan digunakan untuk mengukur tingkat pH dari air. Berdasarkan hasil dari kedua sensor ini cairan tawas akan diberikan untuk menjernihkan air dan cairan pH up/pH down diberikan untuk mengatur tingkatan pH air agar sesuai dengan standar baku kesehatan.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia sehari-hari. Air bersih diperlukan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari manusia, mulai dari minum, mandi, mencuci, untuk keperluan peternakan serta pertanian, dan lain-lain. Akan tetapi tidak semua orang dapat mendapatkan air bersih. Di Indonesia masih banyak terdapat daerah yang kesulitan mendapatkan air bersih. Menurut [1], terdapat sekitar 6% luas daerah di Indonesia yang mengalami krisis air bersih pada tahun 2000, dimana jumlah ini diprediksi akan terus meningkat menjadi 9,6% di tahun 2045. Berdasarkan data ini setidaknya terdapat peningkatan daerah kritis air bersih sebanyak 0,08% setiap tahunnya. Menurut [2], di provinsi Sumatra Barat masih terdapat 9,67% rumah tangga yang memiliki sumber air minum yang berasal dari sumur dan juga mata air yang masih belum memenuhi standar kesehatan. Dari 9,67% data yang didapat 4,56% rumah tangga menggunakan sumur tidak terlindungi atau sumur yang masih belum dilindungi oleh tembok dan lantai semen, dan 5,11% nya berasal dari mata air yang masih belum dipastikan tingkat kebersihannya..

Menurut [3] syarat agar air memenuhi standar baku mutu kesehatan adalah memiliki tingkat kekeruhan dengan nilai skala kekeruhan maksimal 25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) / 5 NTU untuk air minum, memiliki skala warna maksimal 50 TCU (True Color Unit), tidak berbau, tidak berasa, hanya memiliki zat padat terlarut 1000 mg/L, serta tingkat pH air berada pada angka 6,5-8,5. Kualitas pH yang dimiliki oleh air sebaiknya bersifat

netral, hal ini untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi di dalam air [4]. Untuk menjernihkan air agar sesuai dengan standar baku biasanya dapat dilakukan dengan menggunakan tawas atau bahan penjernih air lainnya. Tawas digunakan untuk mengendapkan kotoran dan juga menurunkan pH air.

Berdasarkan pemaparan diatas yang melatar belakangi penulisan dalam pengembangan sistem pemurnian air otomatis berdasarkan pH air dengan menggunakan aplikasi pengirim pesan telegram sebagai notifikasi kepada user apabila air sudah mencapai nilai pH yang diharapkan yang akan digunakan dalam perancangan tugas akhir yang berjudul "Perancangan Sistem Untuk Meningkatkan Kualitas Air Berbasis Internet Of Things (IOT)"

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler yang menggunakan Atmega 2560 sebagai dasarnya. Arduino mega 2560 memiliki 54 pin output/input, dimana 15 diantara pin pin tersebut dapat digunakan sebagai output PWM. Arduino mega memiliki 16 input analog, 4 UARTs (serial port hardware), 16 MHz Kristal oskilator, power jack, header ICSP, dan juga tombol reset. Bentuk dari arduino mega 2560 dapat dilihat pada gambar 2.1. Jenis arduino yang digunakan pada penelitian ini yaitu arduino Mega 2560.



Gambar 1. Arduino Mega2560



Gambar 4. Sensor pH Meter

2.2 ESP8266

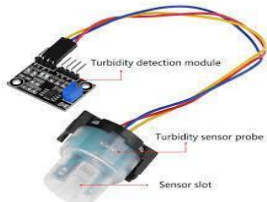
Modul ESP8266 merupakan modul yang sering digunakan untuk pembuatan proyek atau aplikasi yang berhubungan dengan *Internet of Things* (IoT). Modul ESP8266 dapat digunakan sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti arduino maupun secara *stand alone* karena modul WiFi ini memiliki output serial TTL yang dilengkapi dengan GPIO.



Gambar 2. ESP8266-01

2.3 Sensor Turbidity

Sensor turbidity merupakan sebuah sensor yang dipakai untuk mengukur tingkat kualitas air dengan mengukur tingkat kekeruhan yang dimiliki air tersebut. Sensor turbidity bekerja dengan cara mendeteksi partikel tersuspensi yang berada didalam air dengan cara mengukur transmitansi dan hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan Total Suspended Solid (TSS). Semakin tinggi nilai TSS yang dimiliki air maka semakin tinggi pula tingkat kekeruhan yang dimiliki air tersebut. Hasil dari pengukuran kekeruhan yang dilakukan oleh sensor turbidity diukur menggunakan satuan NTU (Nephelometric Turbidit Unit)



Gambar 3. Sensor Turbidity

2.4 Sensor pH Meter

Sensor pH meter adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat pH/kadar keasaman yang terdapat pada air, pH meter memiliki prinsip kerja dimana pH meter akan mengukur banyaknya elektron yang terdapat pada sampel larutan yang diukur, semakin banyak elektron yang terdapat pada larutan maka semakin bernilai asam larutan tersebut [16]. Apabila nilai pH yang ditampilkan bernilai <7 maka larutan tersebut bersifat asam, sedangkan apabila larutan tersebut bernilai >7 maka larutan tersebut bernilai basa.

Sensor pH meter biasanya terdiri dari probe pengukuran pH (gelas elektroda) yang terhubung dengan modul elektronik yang berperan dalam pembacaan tingkat pH pada air [16]. Probe pada pH meter berfungsi untuk melakukan pengukuran elektron yang

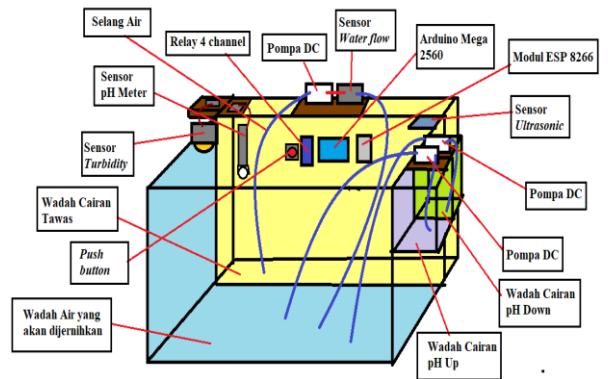
ada di dalam air sedangkan modul elektronik yang terhubung dengan probe berfungsi untuk melakukan pembacaan nilai pH yang telah diukur melalui probe.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *experimental research* (penelitian percobaan). Subjek penelitian diberikan suatu perlakuan, kemudian dipelajari apa pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap sistem dan subjek tersebut. Subjek penelitian merupakan tanaman serunai dan perlakuan yang diberikan yaitu penyiraman dan pencahayaan otomatis.

3.1 Rancangan Umum

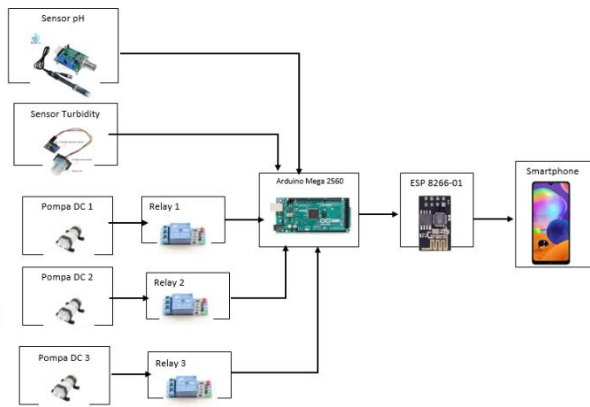
bak penampungan air memiliki ukuran panjang 25 cm, lebar 20 cm serta tinggi 25 cm (dilebihkan 5 cm agar air tidak penuh), bak penampungan ini akan menampung 10 liter air yang akan dijernihkan. Volume penampungan cairan tawas memiliki tinggi dan panjang yang sama dengan penampungan air, akan tetapi memiliki lebar 10 cm saja dan mampu menampung sekitar 5 liter cairan tawas. Pada rancangan alat terdapat berbagai komponen yang dibutuhkan sistem seperti Arduino mega, ESP8266, sensor turbidity, sensor pH, relay, pompa DC berbagai komponen lain yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan Umum Sistem

3.2 Rancangan Perangkat Keras

Rancangan perangkat keras terdiri dari Arduino Mega2560, ESP8266, sensor turbidity, sensor pH, relay, pompa DC, dan smartphone yang dapat dilihat pada Gambar 6.



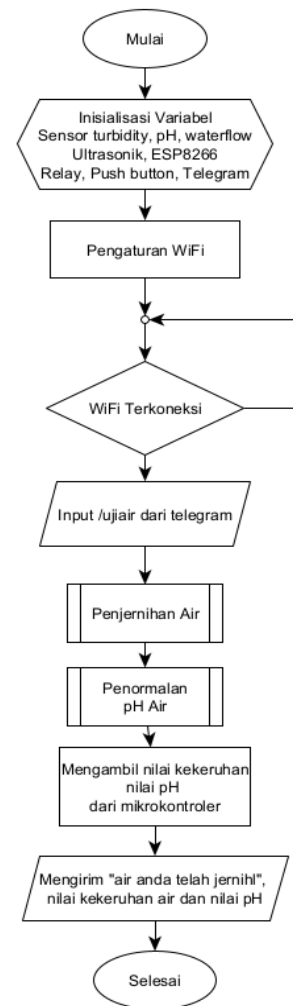
Gambar 6. Perancangan Perangkat Keras

Fungsi dari komponen yang digunakan pada gambar 3.7 adalah sebagai berikut:

1. Sensor pH berfungsi untuk mengukur nilai pH air yang akan dijernihkan.
2. Sensor turbidity berfungsi untuk mengukur nilai kekeruhan yang dimiliki oleh air yang akan dijernihkan.
3. Pompa DC berfungsi untuk mengalirkan cairan tawar, cairan pH up dan cairan pH down berdasarkan hasil pengukuran dari sensor.
4. Relay berfungsi sebagai switch pada tawar dan untuk mengubah tegangan 12 volt yang diterima pompa DC ke arduino
5. Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai mikrokontroler pada sistem yang mengatur kinerja setiap komponen sesuai fungsi yang telah dirancang.
6. ESP8266-01 berfungsi sebagai modul wi-fi yang akan menerima perintah dan mengirimkan notifikasi kepada perangkat mobile.
7. handphone/perangkat mobile berfungsi untuk mengirimkan perintah dan menerima notifikasi dari ESP8266-01.

3.3 Rancangan Proses

Rancangan proses merupakan perancangan secara spesifik pada fungsional sistem mulai dari awal hingga akhir proses operasi yang dilakukan oleh sistem maka pada awalnya komponen akan dikonfigurasi dan dilakukan inisiasi variabel dari setiap komponen-komponen yang digunakan didalam sistem, diantaranya adalah sensor pH, Sensor turbidity, sensor ultrasonik, ESP8266, relay dan juga telegram. Sistem akan bekerja perintah uji air diberikan dari telegram, Setelah itu sistem akan melakukan 2 sub proses, pertama sub proses dimana sistem akan menjernihkan air, kedua adalah sub proses untuk menormalkan tingkatan pH pada air, setelah kedua sub proses tersebut dilakukan maka sistem akan memberikan notifikasi ke telegram.

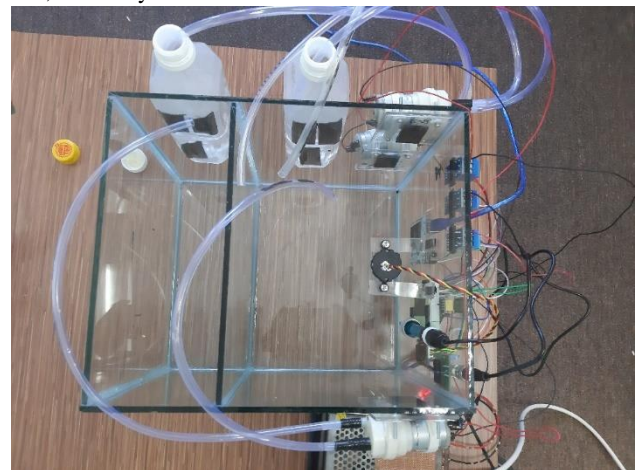


Gambar 7. Perancangan Proses Secara Keseluruhan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Keseluruhan Sistem

perangkat keras terdiri dari komponen-komponen yang digunakan untuk membangun sistem diantaranya, sensor turbidity, sensor pH, ESP 8266-1, arduino mega 2560, pompa DC, dan relay.



Gambar 8. Implementasi Sistem

Implementasi keseluruhan sistem dilakukan untuk melihat apakah sistem telah dibangun sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Sistem diharapkan dapat mengukur nilai kekeruhan dan juga nilai pH yang dimiliki air dan dapat memutuskan untuk mengalirkan cairan tawar, cairan pH up dan cairan pH down berdasarkan nilai kekeruhan dan pH yang telah diukur oleh sensor turbidity dan sensor pH. Sistem akan memberikan notifikasi berupa pesan “air telah bersih” beserta nilai kekeruhan dan pH ke telegram user.

4.2 Pengujian Sensor Turbidity

No	Nilai Kekeruhan Pada Sensor Turbidity (NTU)			Rata-rata Nilai Kekeruhan (NTU)	Nilai Kekeruhan Pada Water Multimeter checker (NTU)	Tingkat Error	Tingkat Error (%)
	1	2	3				
1	1,08	0,99	1,17	1,08	1	0,8	8%
2	22,62	19,2	20,34	20,72	19	1,72	9,05%
3	19,2	16,95	18,07	18,07	20,3	2,23	10,9%
4	20,9	20,79	20,68	20,79	20,3	0,49	2,4%
5	24,1	24,9	34,35	27,78	29,7	1,92	6,46%
6	36,76	31,97	23,78	30,84	29,7	1,14	3,83%
7	130,6	146,3	138,5	138,5	146	7,5	5,1%
8	129,1	133,7	138,4	133,7	146	12,3	8,4%
9	304,8	311	308,9	308,2	287	21,2	7,3%
10	1119	982,9	1050	1050,6	1000	50,6	5,06%
Rata-Rata Error						9,99	6,65%

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Turbidity

4.3 Pengujian Sensor BH1750

Pengujian sensor cahaya dilakukan untuk mengetahui keakuratan pengukuran intensitas cahaya dengan satuan lux disekitar tanaman dengan membandingkannya bersama lux meter. Lampu yang di uji menggunakan LED grow yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Pengujian Sensor Turbidity

Percobaan ke-	Intensitas cahaya sensor (lux)	Pengukuran lux	Selisih	Error (%)
1	41,67	44	2,33	5,59
2	41,67	44	2,33	5,59
3	41,67	44	2,33	5,59
4	40,83	43	2,17	5,31
5	41,67	44	2,33	5,59
6	41,67	44	2,33	5,59
7	41,67	44	2,33	5,59
8	41,67	44	2,33	5,59
9	41,67	44	2,33	5,59
10	41,67	44	2,33	5,59
Total persentase error (%)				55,62
Persentase error = total persentase error / jumlah uji				5,562

4.4 Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan dengan membandingkan nilai pH yang didapatkan oleh sensor pH dengan nilai pH yang didapatkan dengan menggunakan pH meter digital. Untuk melakukan pengujian maka diperlukan kalibrasi nilai pH pada pH meter digital dan juga sensor pH dengan menggunakan air yang telah

diberi bubuk pH untuk mendapatkan air dengan nilai pH yang set dengan nilai tertentu. Dengan menggunakan sensor pH dan pH meter digital yang telah dikalibrasi maka pengujian akan dilakukan sebanyak 10 kali untuk mendapatkan nilai akurasi yang dimiliki oleh sensor pH. Hasil dari pengujian sensor pH dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Pengujian Sensor pH

No Sampel	Nilai pH Pada Sensor pH	Nilai pH Pada Meter Digital	Nilai Error	Persentase Error
1	8,71	9,14	0,43	4,7%
2	8,69	9,14	0,45	4,9%
3	8,68	9,14	0,46	5,0%
4	6,70	6,97	0,27	3,8%
5	6,72	6,97	0,25	3,6%
6	6,73	6,97	0,24	3,4%
7	4,41	4,13	0,28	6,8%
8	4,34	4,13	0,21	5,1%
9	4,34	4,13	0,21	5,1%
10	4,30	4,13	0,17	4,1%
Rata-Rata Error			0,30	4,7%

4.5 Pengujian Sistem Penjernihan Air

Pada pengujian sistem penjernihan air akan dilakukan pengecekan apakah sistem dapat melakukan pemberian cairan tawar berdasarkan nilai kekeruhan yang didapatkan oleh sensor turbidity.

Tabel 4.4 Pengujian Waktu Program Mikrokontroler

Data ke-	Nilai Kekeruhan	Indikator	Status
1	21,28 NTU	Pompa tawar hidup	Sesuai
2	25,69 NTU	Pompa tawar hidup	Sesuai
3	17,55 NTU	Pompa tawar mati	Sesuai
4	28,39 NTU	Pompa tawar hidup	Sesuai
5	8,45 NTU	Pompa tawar mati	Sesuai
6	14,94 NTU	Pompa tawar mati	Sesuai
7	29,68 NTU	Pompa tawar hidup	Sesuai
8	14,76 NTU	Pompa tawar mati	Sesuai
9	9,59 NTU	Pompa tawar mati	Sesuai
10	29,35 NTU	Pompa tawar hidup	Sesuai

Berdasarkan tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa sistem dapat melakukan fungsi penjernihan dengan mengalirkan cairan tawar dengan tingkat kesuksesan 100%.

4.6 Pengujian Sistem Penetralan pH

Tabel 4,7 Pengujian Sistem Penetralan pH

Data ke-	Nilai pH Air Sebelum	Indikator
1	10,85	Pompa pH up aktif
2	9,85	Pompa pH up aktif

3	9,32	Pompa pH up aktif
4	8,78	Pompa pH up aktif
5	8,25	Pompa pH up aktif
6	3,72	Pompa pH down aktif
7	3,74	Pompa pH down aktif
8	5,35	Pompa pH down aktif
9	5,57	Pompa pH down aktif
10	5,98	Pompa pH down aktif

Berdasarkan data pada tabel 4.7 dapat dilihat bahwa sistem dapat bekerja dengan tingkat kesuksesan 100% dalam menghidupkan. Sistem penetralan pH bekerja dengan menghidupkan relay pada pompa DC yang terhubung dengan cairan pH up dan cairan pH down, disaat nilai pH dibawah 6 maka pompa pH up akan aktif dan ketika nilai pH diatas 8 maka pompa pH down akan aktif.

4.7 Pengujian Perangkat Lunak – Telegram

Pada pengujian notifikasi bot telegram dilihat apakah bot telegram sudah dapat memberikan perintah untuk menjalankan sistem dan mendapatkan notifikasi kembali dari sistem.

Tabel 4.8 Waktu Respon Bot Telegram

No	Waktu Respon Perintah Telegram
1	11 detik
2	2 detik
3	2 detik
4	4 detik
5	3 detik
6	4 detik
7	5 detik
8	1 detik
9	4 detik
10	3 detik
Rata-Rata	3,9 detik

Berdasarkan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa bot telegram memiliki waktu reaksi rata-rata 3,9 detik dalam merespon. Keterlambatan bot dalam menerima perintah dari mikrokontroler disebabkan karena 2 faktor, yang pertama karena jaringan internet yang tidak stabil sehingga ESP8266 tidak dapat menghubungkan arduino dan bot telegram dengan baik dan yang kedua karena arduino terganggu oleh fungsi program yang sedang berjalan.

4.7 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Berisi tentang pengujian keseluruhan dari fungsionalitas sistem yaitu perangkat keras dan perangkat lunak dari sistem. Berikut Tabel Pengujian keseluruhan dari sistem:

Tabel 4. 6 Tabel Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

No	Fungsi Sistem	Rencana Pengujian	Target
1	Pengujian sistem penjernihan air	Menguji kemampuan sistem dalam mengukur tingkat kekeruhan air dan menjalankan proses penjernihan air dengan mengalirkan cairan tawas ke bak penampungan air sesuai takaran yang telah ditentukan	Proses dapat berjalan sesuai rencana dimana sistem mampu membaca tingkat kekeruhan air dan mengalirkan cairan tawas sesuai dengan takaran yang telah ditentukan.
2	Pengujian sistem penetralan pH air	Menguji kemampuan sistem dalam membaca tingkatan pH air dan juga kemampuan sistem dalam memberi pH up/down berdasarkan pH air yang telah diukur.	Proses dapat berjalan sesuai rencana dimana sistem mampu membaca tingkatan pH dan memberikan pH up dan pH down sesuai dengan nilai pH yang telah diukur
3	Pengujian pengiriman notifikasi ke telegram	Menguji apakah sistem mampu mengirimkan notifikasi ke telegram user dan memberikan informasi terkait tingkat kekeruhan dan pH air yang sesuai dengan yang telah diukur.	Proses pengiriman dapat berjalan sesuai rencana dan nilai kekeruhan dan pH air sesuai dengan yang telah diukur.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan dari pengujian dan penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

1. Sensor Turbidity dapat melakukan pembacaan nilai kekeruhan air yang akan dijernihkan tingkat keakuratan 6,65%.
2. Sensor pH meter dapat dapat melakukan pembacaan nilai pH yang dimiliki oleh air yang akan dinetralkan nilai pH nya dengan tingkat keakuratan 4,7%

SARAN

Berdasarkan perancangan sistem yang dilakukan, terdapat beberapas saran yang dapat dilakuka penelitian lanjutan oleh pengembang berikutnya sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan selanjutnya sebaiknya ditambahkan sistem filter air untuk memisahkan antara air yang sudah bersih dengan kotoran yang telah diendapkan oleh cairan tawas.
2. Diperlukannya sumber daya yang stabil dalam pembacaan sensor agar nilai tegangan yang didapat sensor dapat lebih akurat.
3. Sensor turbidity memiliki sensitivitas perubahan nilai pembacaan terhadap cahaya dan sumber tegangan, maka diperlukannya tindakan pencegahan untuk mengatasi masalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Republik Indonesia. 2020. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024. Jakarta

[2] Direktorat Statistik Industri. 2021. Statistik Indonesia 2021. Badan Pusat Statistik. Jakarta

[3] Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2017. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta

[4] Wilia Putri, Risky and Musfirah, M.Kes (2020) Hubungan Kualitas Air (pH) dan Personal Hygiene dengan Keluhan Penyakit Kulit di Desa Sumberrahayu

- Kecamatan Moyudan kabupaten Sleman Yogyakarta. Bachelor thesis, Universitas Ahmad Dahlan.
- [5] M. I. Diviantama, F. A. Yulianto dan . S. Prabowo, "Sistem Otomatis untuk Menjaga Kestabilan pH Air pada Rainwater Tank," *Jurnal Tugas Akhir Fakultas Informatika*, vol. 8, no. 2, p. 3552, 2021.
- [6] Pertiwi, Hanadiah. 2021. Sistem Monitoring Volume dan Kualitas Air Dengan Menggunakan Node MCU V3. Skripsi Teknik Komputer Universitas Andalas. Padang
- [7] Orlando M. and Werman Kasoep, "Sistem Monitoring dan Penjernihan Air Berdasarkan Derajat Keasaman (PH) dan Kekeruhan Pada Bak Penampungan Air Berbasis Internet of Things ", *chipset*, vol. 1, no. 01, pp. 17-22, Apr. 2020.
- [8] Yulianto, Wisnu Hadi dan R. Jati Nurcahyo. 2020. Hygiene, Sanitasi dan K3. Yogyakarta : Graha Ilmu
- [9] Karangan, Jufriadi, Bambang Sugeng, Sulardi. "Uji Keasaman Air Dengan Alat Sensor pH Di STT Migas Balikpapan". *Jurnal Sekolah Tinggi Teknologi Migas*. Vol 2, no 1, 2019.
- [10] Haryono, Heny Ekawati. 2019. Kimia Dasar. Yogyakarta: Deepublish
- [11] Suherti, Erti. 2016. Guru Pembelajar Modul Paket Keahlian Kimia Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Jakarta: Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan
- [12] Fitri, Nurul. 2017. Sintesis Kristal Tawas [KAl(SO₄)₂.12H₂O] Dari Limbah Kaleng Bekas Minuman. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Alauddin. Makassar
- [13] Vita, dkk. 2015. "Uji Coba Penjernihan Air Dengan Menggunakan Tawas". Laporan Manajemen Pengelolaan Air Dan Limbah Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari. Banjarbaru
- [13] S., E. Winoto, Y. , and S. Aprilyanti, "PERBANDINGAN PENGGUNAAN TAWAS DAN PAC TERHADAP KEKERUHAN DAN pH AIR BAKU PDAM TIRTA MUSI PALEMBANG", *Redoks*, vol. 6, no. 2, pp. 107–116, Dec. 2021.
- [14] Rizki, Zuriani, dkk. "Optimasi peningkatan kualitas air sumur gali melalui penggunaan tawas (Aluminium Potassium Sulfate) terhadap Escherichia coli". *Jurnal SAGO Gizi dan Kesehatan*. Vol 3(1), 22-27, 2021.
- [15] Arduino. 2020. Arduino Mega 2560 Rev3 datasheet. Arduino SRL. Monza MB. Italia
- [16] Sitorus, Nur Baity. 2017. Pendeteksian pH Air Menggunakan Sensor pH Meter V1.1 Berbasis Arduino Nano. Skripsi Program Studi D III Fisika Universitas Sumatera Utara. Medan
- [17] Arianti, Wike. 2021. Sistem Kontrol Suhu, pH, Kekeruhan Air Akuarium Berbasis Mikrokontroler. Skripsi Program Studi Teknik Komputer Universitas Andalas. Padang
- [18] Sulistyio, Muhammad Taufik (2019) Sistem Pengukuran Kadar Ph, Suhu, Dan Sensor Turbidity Pada Limbah Rumah Sakit Berbasis Arduino UNO. Skripsi thesis, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [19] Yuliansyah, Harry. "Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture". *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol 10, no 2, 2016.
- [20] S. Samsugi, Ardiansyah. Dyan Kastutara."Arduino dan Modul WiFi ESP8266 Sebagai Media Kendali Jarak Jauh Dengan Antarmuka Berbasis Android". *Jurnal Teknoinfo*. vol 12, no 1, 2018 p 23-27.
- [21] Rionaldi, Raymas. 2019. Sistem Otomatisasi Pemeliharaan Tanaman Berbasis Internet of Thing (IOT). Skripsi Jurusan Sistem Komputer Universitas Andalas. Padang
- [22] Rita Dewi Risanty dan Lutfi Arianto. "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan ATMEGA 328 dan SMS Gateway Sebagai Media Informasi". *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informatika dan Komputer*, vol 7, no 2, 2017.
- [23] Arief, Muhammad Marcelo. 2021. Sistem Pemberian Pakan Kucing Otomatis Menggunakan Pendeteksian Frekuensi Suara dan Aplikasi Pengirim Pesan Instan Dengan IOT (Internet of Things). Skripsi Jurusan Teknik Komputer Universitas Andalas. Padang
- [24] Nova, Sari Puti. "Efektivitas Komunikasi Aplikasi Telegram Sebagai Media Informasi Pegawai Pt.Pos Indonesia (Persero)". *JOM FISIP*, Vol. 5, No. 1, 2018.
- [25] Budiman, W., & Aisuwarya, R. (2022, September 30). Sistem Monitoring Debit dan Tingkat Kekeruhan Air Pada Kolam KOI Berbasis Mikrokontroler. *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, 6(02), 56-63.