



Sistem Monitoring dan Penjernihan Air Berdasarkan Derajat Keasaman (PH) dan Kekeruhan Pada Bak Penampungan Air Berbasis Internet of Things

Mario Orlando¹, Werman Kasoep²

^{1,2} Jurusan Sistem Komputer, Universitas Andalas, Limau Manis Pauh., Padang, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 15 Maret 2020

Revisi Akhir: 15 April 2020

Diterbitkan Online: 30 April 2020

KATA KUNCI

Water, Turbidity, pH, Microcontroller

KORESPONDENSI

Telepon : +62 81318531236

E-mail: mario.orlando060497@gmail.com

A B S T R A C T

There are still a lot area that have not gotten water from PDAM, therefore, people try to make artesian well made by themselves. Although, not all of them can afford to make their own artesian well. Therefore, government make a national program called Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS). Therefore, we need a technology which can detect and purify water turbidity for the water that people use everyday. People can see whether the water is decent to be consumed and if not therefore the system can pour alum automatically. The designed system in the form of connected hardware and software to monitor water quality based on turbidity and water pH through smartphone. Hardware system include microcontroller arduino uno, LDR sensor, pH sensor, servo motor, sim808 modul and LED. The used softwares in this research are android application and firebase database. The system can save turbidity and pH data therefore, people can monitor through their smartphone and get information about level of the water. The goal of this system is to make people's life become more easier to know the water's condition and purify the water which will be used without going to the water tub.

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki 17.499 pulau dari Sabang hingga Merauke. Luas total wilayah Indonesia adalah 7,81 juta km² yang terdiri dari 2,01 juta km² daratan, 3,25 juta km² lautan, dan 2,55 juta km² Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE). Karena merupakan suatu negara dengan luas perairan lebih besar dari pada luas daratan, maka dari itu Indonesia disebut sebagai negara maritim [1]. Walaupun memiliki perairan yang luas namun masih banyak daerah yang memiliki permasalahan dengan air bersih. Salah satu faktor penyebab kekurangan air bersih adalah masalah pendistribusian air bersih yang seharusnya dilakukan oleh pemerintah dalam hal ini dilakukan oleh Perusahaan Daerah Air Minum disingkat PDAM yang masih kurang merata. Masih sangat banyak desa maupun kota yang belum mendapat aliran air dari PDAM [2].

Kekeruhan merupakan sifat optik dari suatu larutan yang mengakibatkan cahaya yang melalui air akan terabsorpsi dan terbias [3]. Air yang keruh merupakan air yang memiliki banyak partikel yang nantinya akan mengubah warna dan rupa dari air

tersebut, kekeruhan mempunyai tingkatan, air yang tembus pandang merupakan air yang memiliki kekeruhan yang rendah sedangkan air yang tidak tembus pandang memiliki tingkat kekeruhan yang sangat tinggi [4]. Menurut Departemen Kesehatan Indonesia air yang layak dikonsumsi adalah air yang memiliki beberapa kriteria yaitu tidak berasa, tidak berbau, tidak mengandung logam dan tidak berwarna [5]. Sebagaimana diketahui, kekeruhan pada air merupakan salah satu ciri-ciri bahwa air tersebut tidak layak untuk dikonsumsi yang nantinya dapat menimbulkan berbagai macam penyakit seperti diare, penyakit kulit dan lain-lain [6].

Pada masa sekarang ini teknologi sudah berkembang pesat. Maka dari itu diperlukan sebuah teknologi yang dapat mendeteksi kekeruhan air yang dikonsumsi warga sehari-hari. Dengan demikian warga dapat memanfaatkan air tersebut dari tingkat kejernihannya. Warga dapat melihat apakah air tersebut layak dikonsumsi atau tidak.

Pada penelitian sebelumnya terdapat beberapa penelitian yang dapat memonitor kualitas air dengan proses sensing yaitu "Rancang bangun pendeteksi kekeruhan untuk pemisahan air berdasarkan nilai nephelometric turbidity unit (NTU) berbasis mikrokontroler" oleh Yosa Ryanda. Pada penelitian ini dibahas

tentang pendeteksian kekeruhan air dan setelah dideteksi makajika keadaan air mengalami kekeruhan maka sistem akan mengalihkan air pada pipa kedua sayangnya dalam penelitian ini hanya ditujukan untuk satu rumah saja dan hanya memiliki satu inputan yaitu berupa sensor kekeruhan [7]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air

Air merupakan komponen lingkungan hidup yang kondisinya mempengaruhi dan dipengaruhi oleh komponen sekitarnya. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi standar kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak [8].

Menurut PPRI No 82 Tahun 2001[9], klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 kelas yaitu :

- Kelas satu, air yang dapat digunakan untuk air baku minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- Kelas dua, air yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengaliri pertamanan dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- Kelas tiga, air yang dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan peruntukan lain yang memprasyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- Kelas empat, air yang dapat digunakan untuk mengairi tanaman dan pertanian

2.2. Turbidimetri

Metode pengukuran ini berdasarkan pada adanya efek cahaya berupa penerusan cahaya yang terjadi bila sebuah cahaya menembus partikel melayang pada cairan. Metode Turbidimetri merupakan metode pengukuran tingkat kekeruhan air dengan cara melewatkan sumber cahaya pada air, sehingga intensitas cahaya yang diteruskan oleh bahan-bahan material objek yang menjadi penyebab kekeruhan dapat terlihat atau terdeteksi oleh suatu alat pendeteksi. Semakin tinggi intensitas cahaya yang diteruskan maka tingkat kekeruhannya akan menjadi semakin rendah [10].

2.3. Sensor LDR

LDR adalah suatu jenis dioda yang resistansinya akan berubah-ubah apabila terkena sinar cahaya yang dikirim oleh transmitter "LED". Resistansi dari LDR dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya, semakin banyak cahaya yang diterima maka semakin kecil resistansi dari LDR dan begitupula sebaliknya jika semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh sensor LDR maka semakin besar nilai resistansinya [11].

2.4. Arduino Uno

Arduino Uno Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang berbasis Atmega328. Arduino dikatakan sebagai sebuah platform dari physical computing yang bersifat open source [12].

2.5. Sensor pH

PH merupakan suatu satuan ukur yang menguraikan derajat kadar keasaman atau basanya suatu larutan. pH diukur pada skala 0 sampai 14 dalam satuan pH. Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam electrode glass yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat di luar electrode glass yang tidak diketahui [13]. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relative kecil dan aktif. *electrode glass* tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hydrogen yang disebut dengan potential of hydrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan. Dalam pembacaan nilai pH dibutuhkan sebuah modul ekspansi yang dikoneksikan dengan sensor sehingga keluaran sensor menjadi linier dan berada pada kisaran 0 volt sampai dengan 5 volt, maka didapatkan nilai pembacaan sensor dari pH 0 sampai dengan 14 [13].

2.6. Modul GSM SIM800L

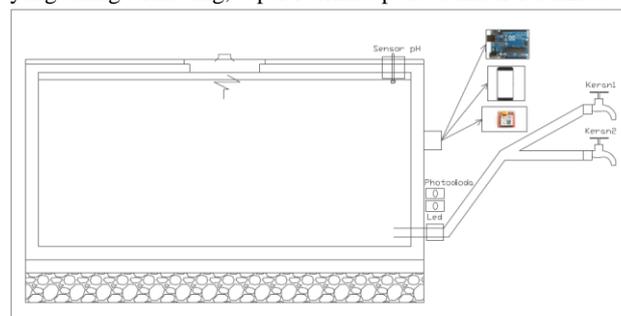
Modul GSM SIM800L merupakan modul seluler mini yang memungkinkan untuk transmisi GPRS, mengirim dan menerima SMS, serta membuat dan menerima panggilan suara [10].

3. METODOLOGI

Jenis penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah penelitian eksperimental (Experimental Research). Penelitian eksperimental adalah jenis penelitian yang digunakan untuk melihat hubungan sebab dan akibat. Penelitian eksperimental digunakan untuk mendapatkan hasil sesuai yang diinginkan.

3.1. Rancangan Alat

Dalam tahapan rancangan umum sistem digambarkan sistem yang dibuat secara umum yang dibentuk dari beberapa komponen yang saling terhubung, seperti terlihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Rancangan Umum Sistem

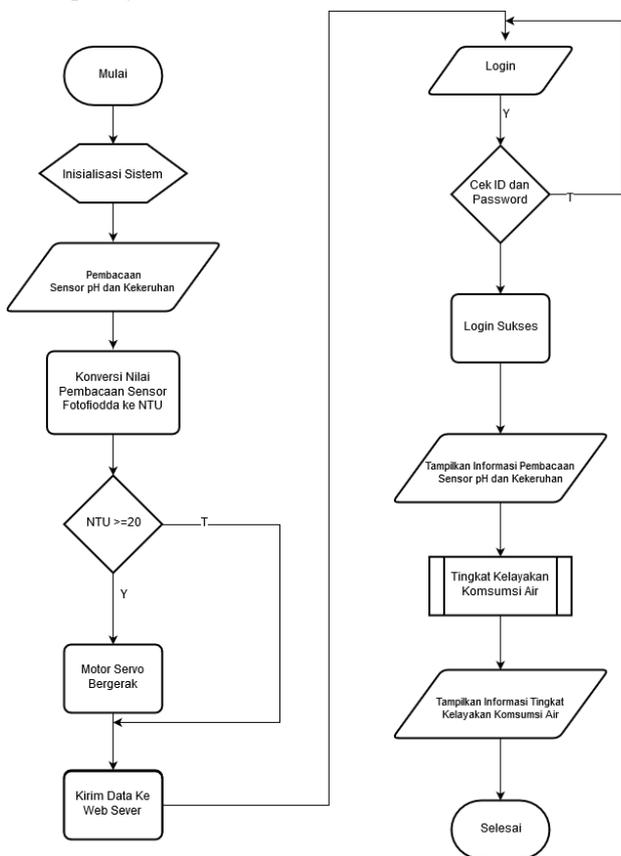
Dari gambar 1, dapat dilihat bahwa LED yang saling berhadapan dengan sensor LDR akan hidup, lalu cahaya tersebut ditangkap

<https://doi.org/10.25077/chipset.1.01.17-22.2020>

oleh sensor LDR. Sensor pH akan membaca kandungan pH yang terdapat di dalam air. Selanjutnya hasil dari pembacaan sensor akan dibaca oleh mikrokontroler yaitu Arduino Uno, di dalam Arduino Uno data yang dibaca oleh sensor LDR akan diolah menjadi sesuai dengan satuan kekeruhan yaitu NTU dan data dari kedua sensor tersebut akan dikirim ke smartphone dengan menggunakan modul Sim808 yang memiliki jaringan GPRS yang akan mengirim data ke web server. Selanjutnya akan muncul notifikasi didalam smartphone, notifikasi yang muncul pada smartphone tidak hanya berupa keterangan dari pembacaan sensor tetapi juga akan menampilkan informasi kelayakan konsumsi air yang didasarkan pada nilai kekeruhan dan pH air.

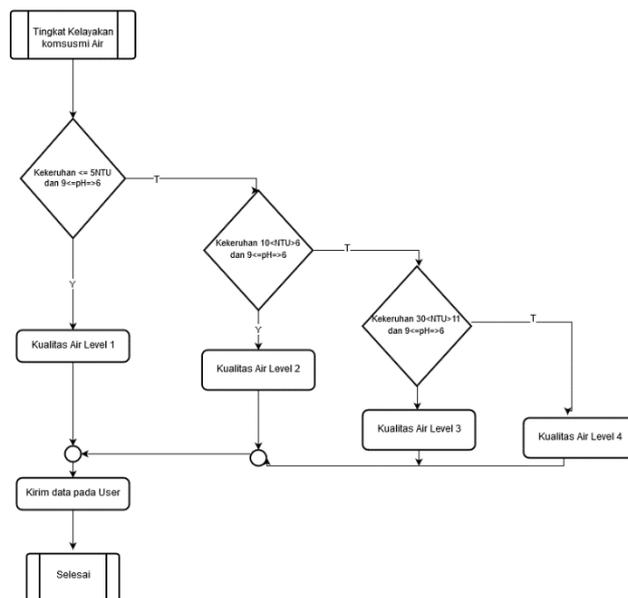
3.2. Rancangan Proses

Rancangan proses yang akan dimulai dengan inialisasi setiap sistem, pembacaan sensor pH dan kekeruhan. Setelah didapatkan nilai pH dan kekeruhan lakukan konversi nilai kekeruhan (NTU), terakhir kirim data dari pembacaan pH dan konversi dari nilai kekeruhan ke dalam web server. Untuk rancangan proses dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Flowchart Rancangan Proses

Data dari pembacaan sensor dikirim ke *Web Server* selanjutnya *user* melakukan *login*, jika *login* sukses maka *user* akan masuk langsung ke dalam *interface* aplikasi pada *smartphone* yang mana nantinya akan menampilkan hasil pembacaan dari sensor pH, kekeruhan dan juga informasi mengenai kelakan konsumsi dari air. Tingkat kelayakan dapat dilihat pada gambar 3 berikut



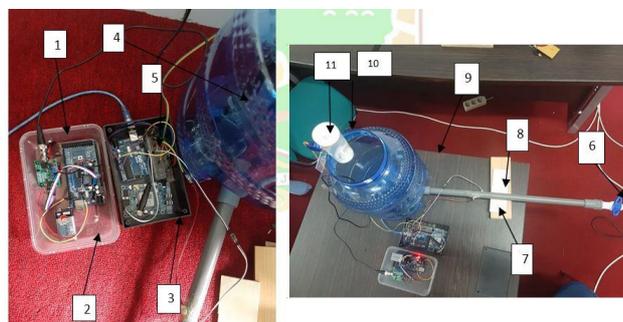
Gambar 3. Flowchart Tingkat Kelayakan Konsumsi Air

Pada pengecekan tingkat layak konsumsi air yang terlihat pada gambar 5, jika kekeruhan kurang dari 5 NTU dan juga nilai pH kecil dari 6 dan besar dari 9 maka kualitas air berada pada level 1 jika tidak, maka akan masuk ke pemilihan kondisi kedua, yaitu jika kekeruhan lebih dari 5 NTU dan kurang dari 10 dan juga nilai pH kecil dari 6 dan besar dari 9 maka kualitas air berada pada level 2 dikonsumsi, jika tidak maka akan masuk pada pemilihan kondisi ketiga dimana jika kekeruhan lebih dari 11 NTU dan kurang dari 30 NTU maka akan masuk pada kualitas air level 3 dan jika lebih dari itu maka air tidak baik untuk dikonsumsi, selanjutnya data kelayakan konsumsi air akan diterima.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

Perancangan prototype alat ini menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler, sensor LDR, sensor pH, motor servo, LED, Sim808 sebagai media komunikasi dan komponen pendukung lainnya. Pada Gambar 4 dapat dilihat hasil implementasi perangkat keras yang digunakan..



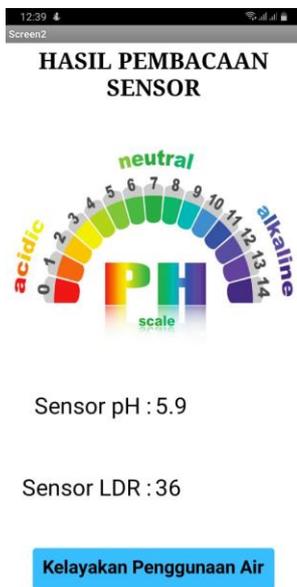
Gambar 4. Implementasi Sistem Keseluruhan

Keterangan gambar 4 :

1. Konektor BNC yang digunakan sebagai penghubung antara probe sensor pH dengan Arduino
2. Baterai sebagai sumber arus tambahan

3. Modul Sim808 berfungsi sebagai media komunikasi dari kontroller ke *database*
4. Sensor pH digunakan sebagai pembaca nilai pH dari rentang nilai 0 – 14
5. Arduino uno berfungsi sebagai mikrokontroller yang akan mengatur seluruh kinerja pada sistem
6. Kran air sebagai tempat keluar air
7. Sensor LDR digunakan sebagai pendeteksi besar kekeruhan air
8. LED sebagai cahaya yang akan diterima oleh sensor LDR
9. Galon digunakan sebagai tempat penampung air
10. Tawas digunakan sebagai penjernih air ketika keruh
11. Motor servo digunakan sebagai penggerak wadah.

Aplikasi yang dibangun berbasis Android dengan menggunakan website pembuat aplikasi android yaitu App Inventor. Berikut merupakan implementasinya dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Tampilan Antarmuka Aplikasi

Pada gambar 5 terlihat tampilan aplikasi ini digunakan untuk melihat nilai dari pembacaan sensor pH yang terdapat di dalam bak penampungan dan sensor LDR yang berada pada pipa aliran air.

4.2. Pengujian dan Analisa Sensor LDR

Pengujian keakuratan nilai yang dibaca oleh sensor LDR dilakukan dengan membandingkan nilai cahaya dari kondisi air yang terbaca oleh sensor LDR dengan nilai cahaya dari kondisi air yang diukur dengan menggunakan Turbidity Meter. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan pada masing-masing jenis-jenis air.

Tabel 1. Pengujian Sensor LDR

Jenis Air	Pengukuran dengan Turbidity (NTU)	Sensor LDR (NTU)	Selisih Pengukuran
Galon	0.9	2.1	1.2
	0.9	2.3	1.4

Air Toilet FTI	0.8	2.1	1.2
	0.9	2.1	1.2
	0.9	2.3	1.4
	15.3	17.5	2.2
	15.3	17.3	2.0
Air Campuran Tanah	15.3	17.3	2.0
	15.3	17.5	2.2
	15.3	17.4	2.1
	28.7	33.7	5.0
	28.7	33.7	5.0
	28.7	33.8	5.1
	28.7	33.6	4.9
	28.8	33.7	4.9
Rata-rata selisih pengukuran			2,78

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran oleh sensor LDR dan pengukuran dengan Turbidity Meter diperoleh rata-rata selisih pengukuran sebesar 2,78 NTU. Dapat disimpulkan bahwa persentase keberhasilan keakuratan sensor LDR dalam membaca nilai cahaya kondisi air pada bak penampungan sebesar 97,22 %. Hal ini menunjukkan bahwa sensor LDR dapat bekerja dengan baik

4.3. Pengujian dan Analisa Sensor pH

Pengujian terhadap sensor pH dilakukan dengan cara menghubungkan sensor pH ke Arduino dengan hasil keluaran dari 0 – 14 yang akan ditampilkan pada aplikasi *smartphone*. Pengujian sensor pH dilakukan dengan cara mengkalibrasikan nilai keluaran sensor pH yang digunakan dengan hasil keluaran dari pH meter, pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui perubahan pembacaan nilai pH terhadap waktu.

Proses pengujian pH meter dengan menggunakan sampel yang telah di-set nilai pH dengan tingkat tertentu dengan menggunakan bubuk pH percobaan seperti ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan untuk masing-masing larutan.

Tabel 2. Pengujian Sensor pH

Jenis Larutan	Sensor pH	pH Meter	Selisih
Larutan Buffer pH 4.00	4.58	4.00	0.58
	4.44	4.00	0.44
	4.47	4.01	0.46
	4.41	4.01	0.40
	4.41	4.00	0.41
Larutan Buffer pH 9.18	8.93	9.16	0.25
	8.83	9.18	0.37
	8.91	9.17	0.26
	8.99	9.18	0.19
	8.91	9.18	0.27
Rata-rata selisih			0.36

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran oleh sensor pH dan pengukuran dengan pH Meter diperoleh rata-rata selisih pengukuran sebesar 0,36. Dapat disimpulkan bahwa persentase keberhasilan keakuratan sensor pH dalam membaca

nilai derajat keasaman air pada bak penampungan sebesar 99,64 %. Hal ini menunjukkan bahwa sensor pH dapat bekerja dengan baik.

4.4. Pengujian dan Analisa Motor Servo

Pengujian terhadap motor servo untuk menentukan berapa berat tawas dalam kotak yang dapat diputar oleh motor servo. Pengujian ini dilakukan dengan 10 kali percobaan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Pengujian Motor Servo

Data Ke-	Berat Tawas	Sudut Putaran Motor Servo Turun	Sudut Putaran Motor Servo Naik
1	5	180	180
2	10	180	180
3	15	180	165
4	20	180	120
5	25	180	125
6	30	180	80
7	35	20	20
8	40	20	20
9	45	5	5
10	50	5	5

Berdasarkan Tabel 3 pengujian rangkaian motor servo dapat disimpulkan bahwa berat tawas yang berada dalam kotak sehingga dapat diputar oleh motor servo adalah 30 gram. Jika berat tawas lebih dari 30 gram maka motor servo tidak dapat menuangkan tawas kedalam bak penampungan.

4.5. Pengujian Modul SIM800L

Pengujian pengiriman niali kekeruhan dan ph dilakukan untuk mengetahui berapa lama rata-rata waktu yang dibutuhkan oleh modul SIM808 untuk mengirimkan hasil bacaan sensor ke *database*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pengujian Pengiriman Data Sensor Melalui Internet

Data Ke-	Kekeruhan	pH	Waktu (detik)
1	16.1	6.7	0:0:30
2	16.5	6.7	0:0:32
3	17	6.7	0:0:31
4	16.3	6.8	0:0:33
5	16.6	6.8	0:0:28
6	16.1	6.7	0:0:32
7	16.1	6.7	0:0:35
8	16.2	6.7	0:0:35
9	15.9	6.7	0:0:36
10	16	6.7	0:0:38
Waktu rata-rata			0:0:35

Hasil percobaan dari 10 sampel data diatas adalah data yang diterima oleh *database* yang dikirimkan oleh modul SIM808 dan waktu pengiriman data. Berdasarkan pengujian pengiriman data dengan internet modul SIM808 didapatkan rata-rata waktu yang dibutuhkan modul untuk mengirimkan data adalah 0.33 detik.

Sementara rata-rata yang dibutuhkan modul SIM808 untuk mengirimkan data menggunakan internet ke *database* dalam kondisi jaringan yang stabil ialah 1.11 detik

4.6. Pengujian Tingkat Kualitas Air Berdasarkan Parameter pH dan Kekeruhan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kondisi tingkatan kualitas air sesuai dengan level yang telah ditetapkan. Adapun level kualitas air terdiri dari :

- level I dengan nilai kekeruhan 0 - 5 NTU dan nilai pH 6 - 9,
- level II dengan nilai kekeruhan 6 - 10 NTU dan pH 6 - 9,
- level III dengan nilai kekeruhan 11 - 35 NTU dan pH 6 - 9,
- level IV dengan nilai kekeruhan lebih dari 36 NTU dan pH 5 - 9

Pengujian ini dilakukan dengan 10 kali percobaan seperti yang ditunjukkan Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Pengujian Tingkat Kualitas Air

Data Ke-	Smartphone pH	Kualitas Air Kekeruhan	Status
1	6.80	1.3	Level 1 Sesuai
2	6.80	1.2	Level 1 Sesuai
3	6.66	15.9	Level 3 Sesuai
4	6.69	15.6	Level 3 Sesuai
5	4.25	15.7	Level 4 Sesuai
6	4.21	15.1	Level 4 Sesuai
7	4.25	36.8	Level 4 Sesuai
8	4.39	36.2	Level 4 Sesuai
9	8.66	15.2	Level 4 Sesuai
10	8.61	15.2	Level 4 Sesuai

Setelah melakukan pengujian didapatkan tingkatan kualitas air sudah sesuai dengan yang diinginkan dengan tingkat kecocokan 100%.

4.7. Pengujian dan Analisa Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian kerja sistem secara keseluruhan monitoring dan penjernih kualitas air berdasarkan derajat keasaman dan kekeruhan air berbasis IOT. Pengujian ini bertujuan akan melihat kemampuan sistem secara keseluruhn dan akan dilihat kemampuan sistem dalam melakukan monitoring kekeruhan dan pH, dan juga melkukan penjernihan air ketika keadaan air sedang keruh data pengujiannya dapat dilihat pada tabel 6.

Pengujian secara keseluruhan pada sistem ini telah berhasil dilakukan dengan 5 jenis air berbeda yang dimasukkan kedalam tempat penampungan yang mana dari setiap jenis masing masing akan di ambil 2 data. Dilihat dari keluaran kualitas air yang menyatakan bagus, kurang bagus dan tidak bagus sudah sesuai dengan hasil yang diinginkan penulis dan juga motor servo hanya bergerak ketika nilai kekeruhan air lebih dari 20. Dari hasil pengujian secara keseluruhan ini didapatkan presentase kerberhasilan pengujian sebesar 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsi dan sistem

dapat menghasilkan keluaran sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Tabel 6. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Data Ke-	Kondisi air	pH	Kekeruhan	Kualitas Air	Pergerakan Motor Servo	Status
1	Jernih	6.80	1.3	Level 1	Tidak berputar	Sesuai
2	Jernih	6.80	1.2	Level 1	Tidak berputar	Sesuai
3	Agak keruh	6.66	15.9	Level 3	Tidak berputar	Sesuai
4	Agak keruh	6.69	15.6	Level 3	Tidak berputar	Sesuai
5	Agak keruh	5.25	15.7	Level 4	Tidak berputar	Sesuai
6	Agak keruh	5.21	15.1	Level 4	Tidak berputar	Sesuai
7	Keruh	5.25	36.8	Level 4	Berputar	Sesuai
8	Keruh	5.39	36.2	Level 4	Berputar	Sesuai
9	Agak keruh	8.66	15.2	Level 3	Tidak berputar	Sesuai
10	Agak keruh	8.61	15.2	Level 3	Tidak berputar	Sesuai

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang dapat memonitor kualitas air berdasarkan derajat keasaman (pH) dan kekeruhan. Adapun tingkat keakutan data untuk parameter pH sebesar 99,64 % dan untuk parameter kekeruhan sebesar 97,22 %. Kemudian sistem juga dapat mengirim data melalui Sim808 yang dibaca oleh sensor LDR dan sensor pH ke *firebase*, tingkat keberhasilan 100% dengan keadaan sinyal bagus akan tetapi jarak *output* antara mikrokontroller dan aplikasi android memiliki *delay* sebesar 0,35 detik.

Adapun beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu penambahan filter pada bak penampungan jika air dalam keadaan keruh, sehingga tidak perlu lagi menunggu untuk menjernihkan air. Selain itu, penambahan parameter penentu kualitas air seperti suhu air, faktor kandungan kimia dan lainnya agar monitoring yang dihasilkan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Roza, Elviana. 2017, Maritim indonesai kemewahan yang luar biasa. kementrian kelautan dan perikanan. Jakarta
- [2] Asdak, Chay, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. UGM-Press, Yogyakarta, 1995
- [3] Kadir, Abdul, Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya, Gramedia, Jakarta, 2013.
- [4] Kautsar, Muhammad. R, Rizal, Ismamto dan Eko, Didik, Widianto Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Kekeruhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode, Universitas Diponegoro, Semarang, 2015.
- [5] Menteri Kesehatan, 2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Nomer 492/MENKES/PER/IV/2010
- [6] Juli Soemirat Slamet. 1994. Kesehatan Lingkungan. Jogjakarta: Gajah Mada University Press.
- [7] Ryanda, Yosa. 2018, Rancang bangun pendeteksi kekeruhan untuk pemisahan air berdasarkan nilai nephelometric turbiditi unit (NTU) berbasis mikrokontroller. Universitas Andalas. Padang
- [8] Yuliastuti, E. 2011. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Universitas Diponegoro. Semarang
- [9] Rachmansyah, Fajri dkk. 2014. Perancangan dan Penerapan Alat Ukur Kekeruhan air. Fakultas Teknik, Universitas Jember
- [10] Bilshop, Dasar-dasar Elektronika, terj. Irzam Harmein, 2004: 32
- [11] Ariansyah Yudi. 2012. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kadar pH dalam Air dengan Output LCD Berbasis Mikrokontroler, Politeknik Negeri Sriwijaya
- [12] Khalillulrahman. 2018, Sistem monitoring kualitas air berbasis teknologi IOT. Universitas Andalas. Padang
- [13] Hersyah, Mohammad Hafiz, Andrizar dan Revinessia. 2018. Identifikasi penyakit diabetes melalui nafas berbasis sensor gas dengan metode fast forier transform dan backpropagation. Journal of Information Technologi and computer engineering. 2(2): 35-41