

Perancangan *Prototype* Alat Pengendali Kualitas Air Daur Ulang Menggunakan Mikrokontroler di Batam

Gita Pati Humairoh¹, Rama Dani Eka Putra², Handi Wilujeng Nugroho³

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Universal

^{2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Universal

Komplek Mahavihara Duta Maitreya, Bukit Beruntung, Sungai Panas, Batam, 29433

Email: gita.pati.humairoh@gmail.com, ramadaniekaputra1727@gmail.com, handynugroho41@gmail.com

ABSTRAK

Batam merupakan daerah kepulauan yang hanya mengandalkan sumber air dari resapan air hujan dan penyimpanan air hujan pada waduk-waduk yang telah tersedia. Pada kondisi musim kemarau persediaan air yang tersedia sangatlah terbatas, sehingga perlu adanya alternatif penyediaan air bersih untuk keberlangsungan hidup masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *prototype* pengendalian kualitas air yang mampu memberikan kualitas air yang baik dan dapat dipantau melalui *smartphone* di Kota Batam. Penelitian ini dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan Sensor pH, Sensor TDS dan Sensor Turbidity untuk mengetahui kualitas air daur ulang pada air yang dilakukan pengujian. Tingkat kesiapan teknologi saat ini fokus terhadap perancangan sistem, namun target akhir yang ingin dicapai yaitu *prototype* alat pengendalian kualitas udara dalam ruangan sebagai pembuktian konsep fungsi karakteristik secara analitis dan eksperimental.

Kata Kunci: air bersih, mikrokontroler, sensor pH, sensor TDS, sensor turbidity

ABSTRACT

Batam is an archipelago that only relies on air sources from rainwater infiltration and rainwater storage in available reservoirs. In the dry season, the available water supply is only limited, so it is necessary to have an alternative supply of clean water for the survival of the community. The purpose of this study is to produce a prototype of air quality control that is able to provide good air quality and can be monitored via a smartphone in Batam City. This research was conducted using Arduino Uno microcontroller and PH Sensor, TDS Sensor and Turbidity Sensor to determine the quality of the recycled air being tested. The current level of technological readiness focuses on system design, but the final target to be achieved is a prototype of an indoor air quality control device as a proof of concept for an analytical and experimental characteristic function.

Keywords: Clean water, microcontroller, pH sensor, TDS sensor, turbidity sensor

Pendahuluan

Air merupakan salah satu bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman sebagai pengangkut zat-zat makanan, juga sebagai sumber energi dan keperluan lainnya [1]. Pertambahan penduduk yang terus meningkat menyebabkan peningkatan industri, peningkatan pemakaian energi, peningkatan kebutuhan pangan dan sandang maupun perambahan hutan dan deforesasi secara besar-besaran, akibatnya tentu kebutuhan dan konsumsi air juga akan meningkat seiring dengan banyaknya pertambahan kegiatan-kegiatan tersebut [2].

Tim ahli Bapedal Kota Batam menguraikan daya dukung air di Kota Batam hanya akan dapat mencukupi untuk penduduk sebanyak 1,4 juta jiwa pada tahun 2031 jika tanpa ada pembatasan pemanfaatan ruang di areal tangkapan air. Tetapi jika dilakukan rencana atau program pengerukkan waduk akan meningkatkan daya tampung air menjadi 30-

40%, sehingga daya dukung air tersebut mencukupi penduduk sebanyak 1,9 juta jiwa. [3]. Dengan mempertimbangkan kondisi potensi air tersebut maka perlu dilakukannya upaya strategis bagi pelaku usaha atau kegiatan, salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan mendaur ulang air untuk kegiatan ataupun usaha yang dilakukan. Kualitas air daur ulang yang akan digunakan untuk kegiatan ataupun usaha harus memenuhi kualitas air bersih.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 416 tahun 1990, pengertian dari air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Beberapa syarat air bersih yang dikeluarkan oleh menteri kesehatan Republik Indonesia No. 416/Menkes/PER/IX/1990, untuk suhu kadar maksimum yang diperbolehkan ± 3 °C, untuk pH kadar maksimum yang diperbolehkan 6,5-8,5, TDS (Jumlah zat padat terlarut) kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 1000 mg/L,

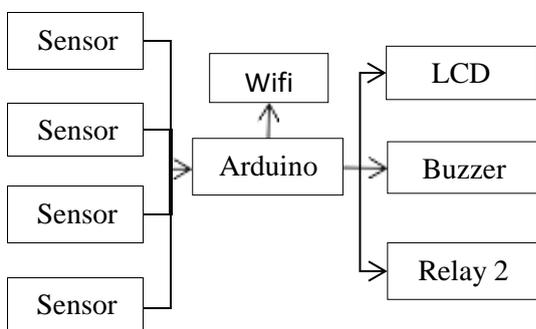
sedangkan kekeruhan kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 5 NTU, [4].

Pada penelitian ini dirancang sebuah *prototype* yang dapat diterapkan untuk melakukan pengendalian kualitas air dengan cara melakukan pengukuran terhadap pH, kandungan TDS, dan kekeruhan pada air daur ulang. Teknologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan Sensor PH, Sendor TDS, Sensor Turbidity untuk mengetahui kualitas air daur ulang dan sensor DS18B20 untuk mengetahui suhu air daur ulang. Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu memantau kualitas air daur ulang apabila terjadinya pencemaran kualitas air. Penelitian ini juga diharapkan mampu membantu memulihkan kondisi potensi air bersih di Kota Batam sehingga kebutuhan air bersih untuk masyarakat terpenuhi.

Metode Penelitian

Pembuatan Sistem

Pada tahapan ini dilakukan perancangan bagian-bagian komponen dengan fitur yang dibutuhkan sistem agar perangkat dapat digunakan sesuai dengan fungsi yang dirancang. Tahapan awal dalam melakukan perancangan sistem adalah membuat blok diagram hubungan rangkaian sistem. Blok diagram rangkaian sistem merupakan gambaran dasar sebelum melakukan perancangan perangkat. Perancangan sistem terdiri dari perancangan berdasarkan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) [5]. Perancangan *hardware* dilakukan dengan membuat hubungan pin *input* dan *output* komponen *hardware* terlebih dahulu dilanjutkan dengan membuat model perangkat stasiun pengukur dan pemantau tingkat pencemaran udara. Pada perancangan *software* dilakukan dalam tiga bagian yang berbeda. Perancangan *software* untuk mikrokontroler, database dan aplikasi pemantau pada *smartphone* [6].



Gambar 1. Blok diagram rangkaian sistem keseluruhan

Pembuatan *Prototype*

Box yang akan dibuat untuk tempat rangkaian penelitian ini dibuat dengan menggunakan bahan

box dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 20 cm dan tinggi 20 cm yang akan direkatkan dengan lem. Kemudian akan diletakan sensor kedalam drum sebagai kendali pengolahan air daung ulang. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroller yang digunakan adalah Arduino Uno. Dalam penelitian ini digunakan 4 buah sensor sebagai *input* yaitu sensor pH, TDS, DS18B20 dan Turbidity. Sensor pH digunakan untuk mengetahui kadar asam atau basah pada air, [7] mendefinisikan bahwa sensor pH merupakan alat yang digunakan untuk mengukur atau mengetahui tingkat kebasaa-an atau keasaman suatu larutan. Diantara kedua sifat tersebut, ada beberapa larutan yang bersifat netral, dengan nilai pH sekitar 7 - 7, 69, biasanya terdapat pada air minum [8].

Sensor TDS adalah alat yang mendeteksi partikel zat padat yang terlarut dalam air, dimana partikel zat tersebut dapat berupa senyawa organik maupun non organik [9]. Sensor turbidity untuk mengetahui tingkat kekeruhan air. Sensor DS18B20 untuk mengetahui suhu air yang tersedia. *Output* dari sistem ini berupa sistem daur ulang air, dimana akan dibuat wadah dari drum sebagai tempat penyaringan dari berbagai jenis air yang telah digunakan untuk mendapatkan air bersih. Sistem komunikasi pada penelitian ini adalah modul Wi- Fi.

Running Penelitian

Pada *running* penelitian dilakukan untuk membuktikan bahwa bagian-bagian dari sistem yang telah teruji pada tahapan sebelumnya dapat dirangkai menjadi satu sistem yang utuh dan dapat beroperasi sesuai dengan perencanaan. Tahapan pengujian secara keseluruhan pada sistem dilakukan untuk mengetahui apakah dapat mengetahui tingkatan kualitas air dan memantau tingkat kualitas air daur ulang. Running penelitian ini di bantu oleh mahasiswa yang memantau proses penelitian dalam tahap pengujian.

Analisa Data

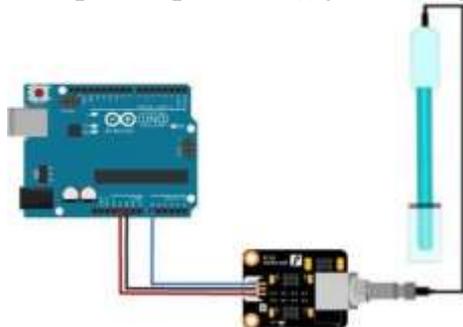
Analisis data dilakukan untuk mendapatkan penambahan lebih lanjut dari pengujian. Pada tahapan ini dilakukan analisis data yang dilakukan dengan membandingkan hasil tiap parameter pengujian air daur ulang pada variabel yang diteliti seperti sensor pH untuk mengukur derajat keasamaan atau kebasaa-an dari suatu air, sensor TDS untuk mendeteksi partikel zat padat yang terlarut dalam air, sensor Turbidity untuk mengukur kerjernihan air dan sensor DS18B20 untuk mengukur temperatur pada permukaan air.

Peraturan Menteri Kesehatan No. 416/MENKES/PER/IX/1990 adalah untuk suhu kadar maksimum yang diperbolehkan 22°C - 28 °C, pH kadar maksimum yang diperbolehkan 6, 5 - 8, 5, TDS kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 1000 mg/L, sedangkan turbidity kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 5 NTU [4].

Hasil dan Pembahasan

Perancangan Rangkaian Pembacaan Sensor pH

Pada pembacaan dari sensor pH masuk kedalam mikrokontroler dan mendapatkan keluaran dari sensor ini berupa keluaran analog dan juga digital, namun yang digunakan hanya keluaran analog untuk membaca kandungan pH di dalam air. Sensor pH yang digunakan pada rangkaian ini memiliki 3 buah pin, yaitu pin A0 disambungkan dengan A pada sensor pH. Pin Vcc disambungkan dengan plus (+) pada Sensor pH dan Pin Gnd disambungkan dengan Minus (-) pada sensor pH.



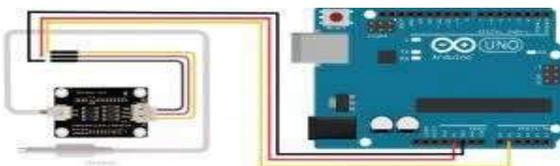
Gambar 2. Rangkaian pembacaan sensor pH

Tabel 1. Konfigurasi antara Arduino UNO dan sensor pH

Arduino Uno	Sensor pH
Pin Gnd	Minus (-)
Pin Vcc	Plus (+)
Pin A0	A

Perancangan Rangkaian Pembacaan Sensor TDS

Berdasarkan hasil pengujian sensor TDS masuk pada mikrokontroler dan akan menghasilkan keluaran dari sensor ini berupa keluaran analog dan juga digital, namun yang digunakan hanya keluaran analog untuk mengukur jumlah zat terlarut dalam air. Sensor TDS yang digunakan pada rangkaian ini memiliki 3 buah pin yaitu pin Vcc disambungkan dengan plus (+) pada Sensor TDS, Pin A1 disambungkan dengan A pada sensor TDS, dan Pin Gnd disambungkan dengan minus (-) pada sensor TDS.



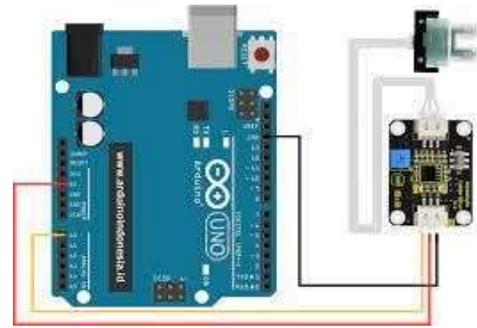
Gambar 3. Rangkaian pembacaan sensor TDS

Tabel 2. Konfigurasi antara Arduino UNO dan sensor TDS

Arduino Uno	Sensor TDS
Pin Vcc	Plus (+)
Pin A1	A
Pin GND	Minus (-)

Perancangan Rangkaian Pembacaan Sensor Turbidity

Berdasarkan hasil interpretasi sensor turbidity akan masuk pada mikrokontroler. Hasil keluaran dari sensor ini berupa keluaran analog dan sensor ini memiliki 3 Pin. Pin 5V dihubungkan dengan Vcc pada sensor turbidity, Pin GND disambungkan dengan GND pada sensor turbidity, dan Pin A0 disambungkan dengan Data pada sensor turbidity.



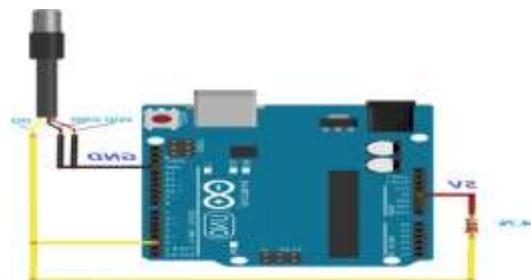
Gambar 4. Rangkaian pembacaan sensor turbidity

Tabel 3. Konfigurasi Arduino UNO dan sensor turbidity

Arduino Uno	Sensor Turbidity
Pin 5V	Vcc
Pin GND	GND
A0	Data

Perancangan Rangkaian Pembacaan Sensor Suhu DS18B20

Berdasarkan hasil interpretasi dari sensor suhu ini akan masuk ke dalam mikrokontroler. Sensor suhu yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor suhu DS18B20, keluaran dari sensor ini memiliki 3 PIN. PIN Analog output disambungkan pada pin A2 Arduino. PIN VCC disambungkan pada PIN 5V Arduino dan PIN Ground disambungkan pada PIN Ground Arduino.



Gambar 5. Rangkaian pembacaan suhu air

Tabel 4. Konfigurasi pin I/O antara Arduino UNO dan sensor suhu DS18B20

Arduino Uno	Sensor suhu DS18B20
A0	Data
Pin 5V	Vcc
Pin GND	GND

Rangkaian *Prototype* Existing

Pada bagian ini, proses yang dikerjakan adalah menyatukan beberapa komponen sensor parameter kualitas air dengan papan Arduino Uno.



Gambar 6a. Rangkaian *prototype* pengendali kualitas air



Gambar 6b. *Prototype* akhir pengendali kualitas air

```

    lcd.print('TDS TempC pH");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(TDSValue);
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print(sensor;;waterTemp,2);
    lcd.setCursor(12,1);
    lcd.print(phValue,2);|
    
```

Gambar 7. *Coding display* LCD

Uji Coba *Prototype*

Prototype merupakan suatu proses yang dapat memungkinkan melakukan pengembangan untuk membuat satu model sistem. Idealnya *prototype* berguna sebagai salah satu mekanisme yang digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem, jika *prototype* yang sedang beroperasi dibangun pengembangannya harus menggunakan fragmen program yang telah tersedia atau aplikasi alat bantu yang memungkinkan program yang beroperasi untuk muncul secara cepat [10]. Setelah menyelesaikan tahap pembuatan dan perakitan seluruh komponen alat yang akan digunakan, maka tahap selanjutnya adalah uji coba alat tersebut. Uji coba ini dilakukan untuk memastikan sensor-sensor kualitas air tersebut

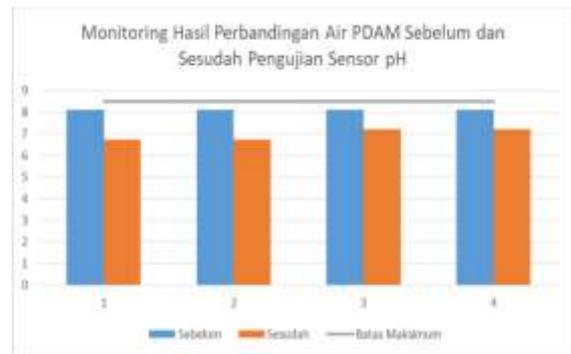
sudah bekerja dengan benar atau masih ada terjadi kesalahan.

Sensor pH

pH merupakan derajat keasaman yang dapat digunakan untuk menyatakan tingkat kebasahan atau keasaman yang dimiliki oleh air [11], [12]. Untuk mengetahui tingkat kadar pH dalam air, maka diperlukan pengukuran konsentrasi pH air [13], [14]. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor pH yang akan di ujikan. Nilai yang dihasilkan sensor akan dibandingkan dengan batasan maksimum yang di izikan sesuai dengan Permenkes RI no.416 tahun 1990. Bahan uji yang digunakan adalah Air Mentah PDAM dan Air Detergen dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sensor pH

NO	Sensor pH				Batas Max
	Existing		Setelah Penyaringan		
	Air PDAM	Air Detergen	Air PDAM	Air Detergen	
1	8.13	10.15	6.75	8.46	8.5
2	8.13	10.14	6.75	8.41	8.5
3	8.13	10.14	7.21	8.41	8.5
4	8.12	10.15	7.21	8.49	8.5



Gambar 8. Hasil pengujian pH pada air PDAM

Berdasarkan Gambar 8, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan pH pada saat setelah pengujian penyaringan air PDAM. Pada tingkatan pH sebelum dan sesudah pengujian masih dalam batas aman yang ditentukan oleh Peraturan Pemerintah. Pembacaan nilai pH yang mempunyai sifat asam mempunyai nilai pH antara 0-7 sedangkan untuk sifat basa mempunyai nilai pH antara 7 – 14 [15], [16].



Gambar 9. Hasil pengujian pH pada air detergen

Berdasarkan Gambar 9, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan pH pada saat setelah pengujian penyaringan air Detergen. Pada tingkatan pH sebelum dilakukan penyaringan didapati dari 4 kali pengujian dengan rata-rata pH > 10, hal ini melewati dari ambang batas air bersih apabila akan dipergunakan kembali. Sesudah dilakukan penyaringan pengujian turun dalam batas aman yang ditentukan oleh Peraturan Pemerintah.

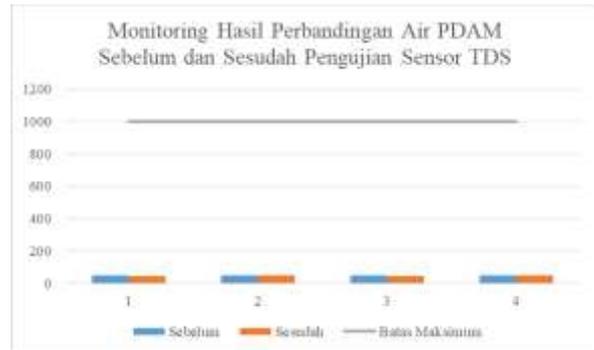
Sensor TDS

Sensor TDS dilakukan untuk mengukur total kepadatan pada Air, Nilai yang dihasilkan sensor akan dibandingkan dengan batasan maksimum yang di izikan sesuai dengan Permenkes RI no.416 tahun 1990. Bahan uji yang digunakan adalah Air Mentah PDAM dan Air Detergen dapat dilihat pada Tabel 6. TDS merupakan parameter yang dapat menunjukkan kandungan padatan terlarut didalam air termasuk unsur- unsur pencemaran, contohnya logam berat dan limbah organik [17].

Tabel 6. Rekapitulasi hasil pengujian sensor TDS

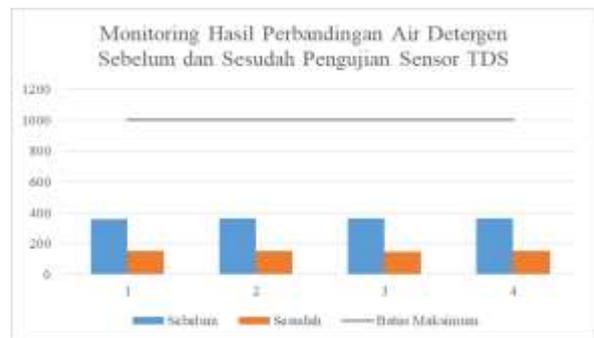
NO	Sensor TDS				Batas Max. Mg/L
	Existing (Mg/L)		Setelah Penyaringan (Mg/L)		
	Air PDAM	Air Detergen	Air PDAM	Air Detergen	
1	50	360	47	151	1000
2	51	365	49	152	1000
3	51	365	47	150	1000
4	50	364	48	151	1000

Konsentrasi TDS yang tinggi bisa mempengaruhi rasa dari air tersebut. Tingginya konsentrasi TDS dapat menunjukkan hubungan negatif dengan beberapa parameter lingkungan yang bisa menyebabkan meningkatnya toksisitas pada organisme didalam air [18]. Salah satu contoh kandung TDS yang sangat berbahaya adalah pestisida yang timbul dari aliran permukaan [19].



Gambar 10. Hasil pengujian sensor TDS pada air PDAM

Berdasarkan Gambar 10, dapat dilihat bahwa perbedaan kepadatan air pada saat setelah pengujian penyaringan air PDAM menggunakan Sensor TDS. Pada tingkatan kepadatan air sebelum dan sesudah pengujian masih dalam batas aman yang ditentukan oleh Peraturan Pemerintah.



Gambar 11. Hasil pengujian sensor TDS pada air detergen

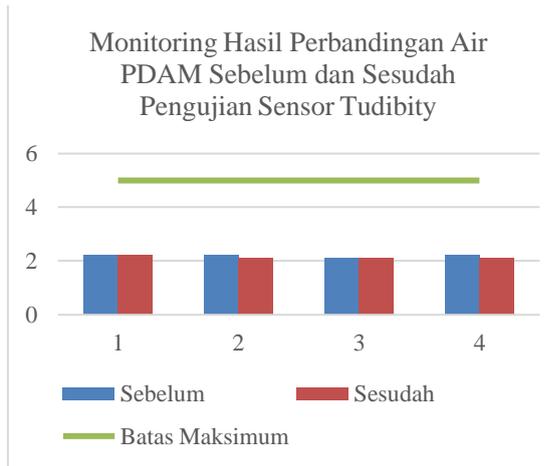
Berdasarkan Gambar 11, dapat dilihat bahwa ada perbedaan kepadatan air pada sebelum penyaringan. Dimana kepadatan air detergen berada pada rentang >300 Mg/L. Setelah dilakukan pengujian penyaringan air Detergen. Kepadatan air detergen menurun menjadi rata-rata 150 Mg/L. walaupun terdapat penurunan kepadatan air, namun sebelum dan sesudah penyaringan Air Detergen masih dalam kategori baik berdasarkan batas maksimum yang ditentukan oleh pemerintah yaitu 1000 Mg/L

Sensor Turbidity

Sensor Turbidity dilakukan untuk mengukur kekeruhan pada air. Kekeruhan merupakan kondisi air yang tidak jernih dan dapat diakibatkan oleh partikel yang tidak terlihat oleh mata [20],[21]. Nilai yang dihasilkan sensor akan dibandingkan dengan batasan maksimum yang di izikan sesuai dengan Permenkes RI no.416 tahun 1990. Bahan uji yang digunakan adalah Air Mentah PDAM dan Air Detergen dapat dilihat pada Tabel 7.

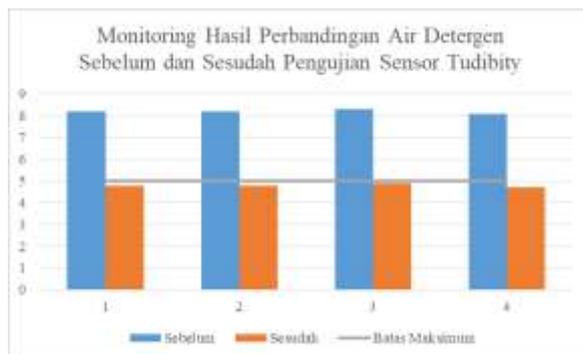
Tabel 7. Hasil pengujian sensor turbidity

NO	Sensor Turdibity				Batas Max. (NTU)
	Existing (NTU)		Setelah Penyaringan (NTU)		
	Air PDAM	Air Detergen	Air PDAM	Air Detergen	
1	2.2	8.2	2.2	4.8	5
2	2.2	8.2	2.1	4.8	5
3	2.1	8.3	2.1	4.9	5
4	2.2	8.1	2.1	4.7	5



Gambar 12. Hasil pengujian sensor turbidity pada air PDAM

Berdasarkan Gambar 12, dapat dilihat bahwa perbedaan Kekeruhan air pada saat setelah pengujian penyaringan air PDAM menggunakan Sensor Turidibity. Pada tingkatan kepadatan air sebelum dan sesudah pengujian masih dalam batas aman yang ditentukan oleh Peraturan Pemerintah.



Gambar 13. Hasil pengujian sensor turbidity pada air detergen

Berdasarkan Gambar 13, dapat dilihat bahwa air detergen memiliki nilai kekeruhan di atas ambang batas air bersih yang telah ditentukan oleh pemerintah sebesar 5 NTU namun berdasarkan 4 kali pengujian tingkat kekeruhan air detergen rata-rata sebesar 8 NTU. Kemudian dilakukan pengujian penyaringan air

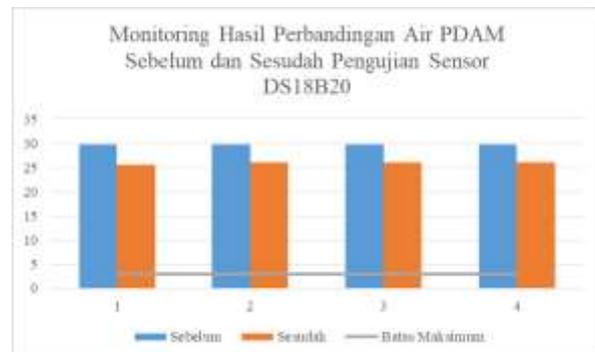
detergen terjadi penurunan kekeruhan air detergen menjadi rata-rata 4.8 NTU dan sudah berada dibawah ambang batas yang telah ditentukan.

Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 dilakukan untuk mengukur suhu pada Air. Sensor ini memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi yaitu 0,5 °C pada rentang suhu - 10°C - +85°C [13]. Penelitian [22] mendapatkan hasil bahwa tingkat kesalahan sensor DS18B20 tidak lebih dari 2% dan penggunaan sensor DS18B20 lebih baik digunakan lebih dari 37 °C. Nilai yang dihasilkan sensor akan dibandingkan dengan batasan maksimum yang di izikan sesuai dengan Permenkes RI no.416 tahun 1990. Bahan uji yang digunakan adalah Air Mentah PDAM dan Air Detergen dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengujian sensor DS818B20

NO	Sensor DS818B20				Batas Max. (°C)
	Existing (°C)		Setelah Penyaringan (°C)		
	Air PDAM	Air Detergen	Air PDAM	Air Detergen	
1	29.82	29.50	25.6	27.3	3
2	29.82	29.42	26	27.3	3
3	29.78	29.42	26.1	27.7	3
4	29.79	29.36	26	27.6	3



Gambar 14. Hasil pengujian sensor DS18B20 pada air PDAM

Berdasarkan Gambar 14 Suhu air PDAM tidak berada di batas maksimum sesuai dengan peraturan pemerintah sebesar 3 °C, hal ini dikarenakan cuaca pada saat pengujian pada siang hari dan tidak mempengaruhi suhu ketika dilakukan penyaringan. Berdasarkan Gambar 15 Suhu air Detergen tidak berada di batas maksimum sesuai dengan peraturan pemerintah sebesar 3 °C, hal ini dikarenakan cuaca pada saat pengujian pada siang hari dan tidak mempengaruhi suhu ketika dilakukan penyaringan.



Gambar 15. Grafik hasil pengujian sensor DS18B20 pada air detergen

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian *prototype* alat pengendalian air daur ulang dapat bekerja dengan baik. Dimana pada penelitian ini dilakukan dengan 4 parameter, yaitu pH, Kekeruhan, Kepadatan dan Suhu Air. Air yang digunakan pada pengujian *prototype* ini adalah Air bersih PDAM dan Air Detergen sebagai pembandingan hasil. Hasil Pengujian Air PDAM yang melebihi ambang batas pada saat sebelum dan sesudah pengujian hanya pada parameter suhu. Pada air detergen sebelum dilakukan penyaringan diketahui bahwa parameter pH, Turbidity dan Suhu berada diatas ambang batas maksimum yang diperbolehkan. Setelah dilakukan penyaringan hanya parameter suhu yang tetap berada diatas ambang batas.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Universal, terutama kepada para pihak yang telah membantu pada segala aspek untuk melakukan penelitian ini dan tidak lupa pula diucapkan terima kasih juga kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan untuk menyediakan dana penelitian. Naskah ini adalah bagian dari dan penelitian dosen pemula dibawah kontrak: 001/LPPM.KT/UVERS/VI/22.

Daftar Pustaka

- [1] R. Palimbunga, "Sistem Monitoring Keasaman Air Berbasis jaringan nirkabel wifi IP." Skripsi thesis, *Sanata Dharma University*. 2017.
- [2] M. Afifuddin, Nu'man. "Alat Pengatur Nutrisi Tanaman Pakcoy Menggunakan Sensor pH dan Sensor TDS yang Terhubung dengan Smartpone." Thesis, *Universitas Islam Lamongan*. 2021.
- [3] M. B. Rahel. 'Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor pH dan Sensor TDS Berbasis Android'. Tugas Akhir. *Universitas Sumatera Utara*. 2020.

- [4] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum No. 592.MENKES.PER.IV.2019
- [5] Yurindra, Software Engineering. Yogyakarta: Depublish, 2017.
- [6] S. A. Akbar, D. B. Kalbuadi, A. Yudhana, "Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis Thingspeak". *TRANSMISI*, Vol. 21, No. 4, pp. 109-115, Oktober 2019.
- [7] A. D. Novy, W. Slamet. "Pendeteksi Susu Basi dengan Sensor pH dan Sensor Suhu Berbasis Mikrokontroler". *e-Jurnal Spirit Pro Patria*. Vol. 1 No. 1, pp. 47-53, 2015.
- [8] R. A. Wadu, Y. S. B. Ada, and I. U. Panggalo, "Rancang Bangun Sistem Sirkulasi Air pada Akuarium/Bak Ikan Air Tawar berdasarkan Kekeruhan Air secara Otomatis." *Jurnal Ilmiah Flash*, 31, pp.1-10, 2017.
- [9] R. Prayudha, "Sistem Pendeteksi Kualitas Air Bersih Menggunakan Sensor pH dan Sensor TDS Berbasis Mobile". UIN syarif Hidayatullah. Jakarta. 2020.
- [10] E. Ihsanto, S. Hidayat, "Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno". *Jurnal Teknologi Elektro*, Vol. 5, No. 3, pp. 130-137, 2014.
- [11] S. Pradhana, H. Fitriani, M. H. H. Ichsan, "Sistem Kendali Kualitas Air Kolam Ikan Nila dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Berdsarkan pH dan Turbidity Berbasis Arduino Uno". *Jurnal pengembangan teknologi dan Ilmu komputer*, Vol. 5, No. 10, 2021.
- [12] N. Sitorus, "Pendeteksi pH Air Menggunakan Sensor pH Meter Vi. Berbasis Arduino Nano". Thesis, Universitas Sumatera Utara. 2017.
- [13] A. F. Isdiana, "Prototype Pendeteksi pH air menggunakan Microcontroller Dengan Sensor pH dan Sensor Dallas Berbasis Abdroid". *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)*, pp. 223 – 228, 2019.
- [14] R. Ardiansyah, S. Abdullah, "Perancangan Sistem Pendeteksi pH Air Hujan Berbasis IoT (Studi Kasus: Desa Gedepangrango Kabupaten Sukabumi)". *JUTEKIN (Jurnal Teknik Informatika)*, Vol. 10, No. 1, pp. 35-44, 2022.

- [15] F. Ariska, I. Hadi, L. Lindawati, "Rancang bangun Alat Pendeteksi Kelayakan Air Menggunakan Sensor PH". *Jurnal Riset Sistem Informasi dan teknik Informatika (JURASIK)*, Vol. 4, pp. 127-133, Juli 2019.
- [16] F. Ariska, I. Hadi, L. Lindawati, "Perancangan Alat pendeteksi Kualitas Air Berbasis Android." *Prosiding SENIATI*, Vol. 5, No. 2, pp. 173-1776, 2019.
- [17] P. E. Kresnha, S. N. Ambo, Y. Sosrowiguno. "Smart Outdoor Hidroponik Dengan Pengaturan Penyinaran Matahari dan Hujan Berbasis Mikrokontroller". *SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind*, Vol. 16, No.1, pp. 77-82, 2018.
- [18] N. Ellia, R. Mohamd, R., Achmad, "Rancang Bangun Sistem Sirkulasi Air pada Akuarium/ Bak Ikan Air Tawar berdasarkan Kekeruhan Air secara Otomatis." *Jurnal Ilmiah Flash*, 31, pp. 1-10, 2017.
- [19] F. Amani, K. Prawiroredjo, "Alat Ukur Kualitas Air Minum dengan Parameter pH, Suhu, Tingkat Kekeruhan, dan Jumlah Padatan Terlarut." *JETri*, Vol. 14. No. 1, 14. 49-62, 2016.
- [20] A. Noor., A. Supriyanto, H. Rhomadhona, "Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Turbidity Sensor dan Arduino Berbasis Web Mobile." *Jurnal CoreIT*, Vol.5, No. 1, 2019.
- [21] M. S. Novelan, E. M. Tulus, Zamzam. "Control of motion stability of the line tracer robot using fuzzy logic and kalman filter." *Journal of Physics: Conference Series*, 978(1), 012066. 2018.
- [22] I. A. Rozaq, D, N, Yulitas, "Uji Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20 Waterproof berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air." *Prosiding SNATIF ke-4*. 2017.