

DESAIN DAN PERANCANGAN INSTRUMEN MONITORING KEKERUHAN AIR DENGAN SISTEM *REAL TIME CLOCK* (RTC)

Refpo Rahman*, Fades Br. Gultom

Program Studi D3 Laboratorium Sains, FMIPA, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

e-mail* : refporahman@unib.com,

Diterima 12 November 2021

Disetujui 4 April 2022

Dipublikasikan 9 Mei 2022

<https://doi.org/10.33369/jkf.5.1.23-30>

ABSTRAK

Instrumen monitoring tingkat kekeruhan air dapat dirancang dengan Arduino Uno. Modul *turbidity* sensor dan modul RTC DS3231 digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air secara *real time* yang hasil pengukuran tersimpan otomatis di dalam SD card. Instrumen tingkat kekeruhan air ini dapat digunakan dalam pengukuran tingkat kekeruhan air tanpa harus tersambung dengan sumber listrik PLN karena menggunakan baterai dengan kapasitas yang besar yaitu 2200 mAh. Berdasarkan desain yang telah dirancang, terdapat beberapa port pada instrumen seperti *connector* arduino ke PC, adaptor DC 12 V dan slot SD *card*. Terdapat dua langkah pengujian diterapkan antara lain pengujian alat untuk dikalibrasi dan pengujian tingkat kesalahan relatifnya. Berdasarkan hasil pengujian pertama diperoleh persamaan fungsi $y = -104,17 x^2 + 431,83x + 2$ yang digunakan untuk kalibrasi alat sesuai dengan alat standar turbidimeter 2100. Selanjutnya, melakukan perhitungan kesalahan relatif alat instrumen. Hasilnya, instrumen monitoring kekeruhan air ini dapat mengukur tingkat kekeruhan air pada rentang 50-500 NTU dengan tingkat kesalahan sebesar 1.67%.

Kata kunci : Arduino Uno, DS3231, *turbidity* sensor, real time clock

ABSTRACT

The instrument for monitoring the level of water *turbidity* can be designed with the Arduino Uno. The *turbidity* sensor module and DS3231 RTC module are used to measure the *turbidity* level of the water in real time. The measurement results are stored automatically in the SD card. This water *turbidity* level instrument can be used in the field without having to be connected to a PLN electricity source because it uses a battery with a large capacity of 2200 mAh. Based on the design that has been designed, there are several ports on the instrument such as an Arduino to PC connector, adapter of 12 V DC and SD card slot. There are two testing steps applied, including testing to be calibrated and testing its relative error rate. Based on the results of the first test, the equation of the function $y = -104.17 x^2 + 431.83x + 2$ is obtained which is used for calibration of the instrument according to the standard tool of turbidimeter 2100. The second, calculate the relative error of the instrument. As a result, this water *turbidity* monitoring instrument can measure the level of water *turbidity* in the range of 50-500 NTU with an error rate of 1.67%.

Keywords—Arduino Uno, *turbidity* sensor, real time clock, modul RTC DS3231

I. PENDAHULUAN

Air merupakan hal yang paling penting bagi kehidupan manusia (1–5). Kualitas air yang baik dapat bermanfaat untuk berbagai keperluan kebutuhan primer. Namun, permasalahan tercemarnya air sering terjadi karena aktivitas masyarakat yang tidak memperhatikan kebersihan lingkungan seperti membuang sampah di sekitar sungai. Hal ini tentunya menjadi perhatian bersama untuk melakukan monitoring secara berkala terhadap kualitas air (6). Menurut Permenkes No 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan bahwa baku mutu air telah distandarisasi berdasarkan penggunaannya seperti air untuk keperluan higiene sanitasi, air untuk kolam renang, dan lainnya (7). Air yang layak dikonsumsi adalah air yang memiliki kondisi tidak keruh, TDS rendah, tidak berbau, tidak berasa dan suhu dibawah suhu udara (8). Tingkat kekeruhan air dapat diamati secara langsung secara kasat mata, tetapi tidak dapat menggambarkan besar kekeruhannya. Sehingga, untuk mengukur tingkat lekeruhan air secara akurat dapat menggunakan instrumen

turbidity meter. Tetapi saat ini, harga alat *turbidity* meter yang cukup mahal di pasaran, sehingga hanya beberapa kalangan saja yang menggunakan alat tersebut seperti pemerintahan, laboratorium sains, PDAM dan lainnya (9).

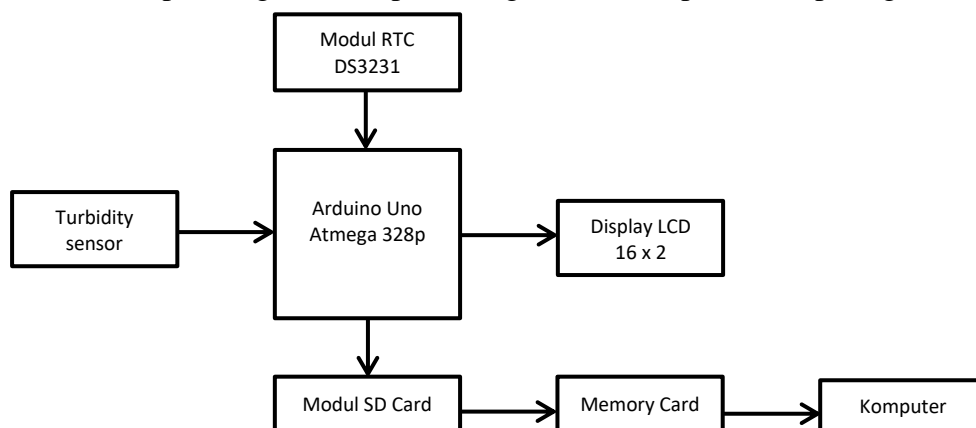
Alat *turbidity* meter dalam mengukur tingkat kekeruhan telah banyak dirancang. Salah satu metode yang digunakan adalah metode Nefelometrik. Nefelometrik merupakan metode pengukuran air yang memantulkan intensitas cahaya yang dilewatkan pada partikel-partikel air sehingga tingkat kekeruhan dapat diketahui. Artinya, semakin tinggi intensitas cahaya yang tersebar, maka semakin tinggi tingkat kekeruhan air (10). Seperti halnya penelitian Putri dan Hamadi (2018) *turbidity* meter dapat dirancang menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dengan metode Nephelometer dimana fotodiode diposisikan 90^0 terhadap sumber cahaya (9). Hasilnya, alat rancangan ini dapat mengukur tingkat kekeruhan air pada rentang 17,57 – 189,55 NTU dengan standar error rata-rata sebesar 2,964%. Begitu juga dengan penelitian Rahman *et al* (2021) bahwa sensor *turbidity* memiliki tingkat akurasi cukup baik untuk nilai NTU >220 dengan kesalahan relatif sebesar 10% (11).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk merancang *turbidity* meter berbasis arduino Atmega 328p untuk mengukur tingkat kekeruhan air dengan dilengkapi perangkat tambahan yang dapat memonitoring tingkat kekeruhan secara real time. Dimana, data hasil pengukuran akan tersimpan di dalam SD card, sehingga tidak perlu lagi untuk mencatat secara manual. Hal ini seperti yang dilakukan oleh Rachmansyah *et al* (2014) merancang alat monitoring kekeruhan air di PDAM dengan menambahkan data *logger* pada alat *turbidity* meter dengan menggunakan sd card dapat meningkatkan efisiensi dalam pencatatan hasil pengukuran tanpa perlu mencatat secara manual (12).

II. METODE PENELITIAN

2.1 Perancangan sistem

Perancangan alat monitoring kekeruhan air berbasis arduino diawali dengan merancang sistem secara keseluruhan. Adapun diagram blok perancangan alat ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram blok perancangan sistem alat monitoring kekeruhan air berbasis arduino Uno

Secara umum diagram blok diatas terdapat *input*, proses dan *output*. Dimana yang sebagai *input* adalah turbidity sensor untuk mendapatkan data pengukuran tingkat kekeruhan air. Sementara itu, arduino uno sebagai proses yang mengendalikan perangkat lainnya dengan menggunakan bahasa pemrogramannya sehingga dapat berfungsi. Sedangkan, LCD dan memory card sebagai *output* yaitu memberikan hasil pengukuran yang ditampilkan dalam layer LCD dan tersimpan di memory card.

2.2 Kebutuhan alat

Alat-alat yang dibutuhkan dalam merancang bangun *turbidity* meter terdiri dari hardware dan software. Adapun beberapa kebutuhan hardware dan software pada rancang bangun alat *turbidity* meter diantaranya:

1) Hardware

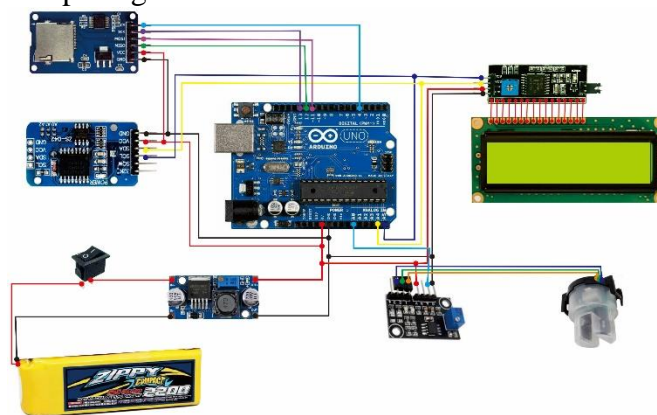
- a. Mikrokontroler arduino merupakan komponen utama sebagai pusat kendali dari seluruh sistem

- b. *Turbidity Sensor* berfungsi untuk mengukur tingkat kekeruhan air
 - c. LCD 16x2 berfungsi membaca hasil pengukuran alat uji TDS
 - d. Baterai 12 Volt (Adaptor)
 - e. Laptop
 - f. Modul SD card
 - g. SD card
 - h. Battery Lippo
 - i. Modul RTC DS3231
- 2) Software
- a. Arduino Uno Programming
 - b. Library *Turbidity Sensor*

Sedangkan, bahan yang digunakan dalam melaksanakan pengujian adalah sampel air yang dimanipulasi tingkat kekeruhannya dari tingkat rendah, sedang dan tinggi.

2.3 Rancang Bangun Alat

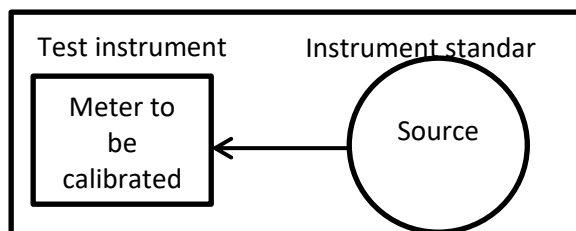
Alat uji *turbidity* meter dirancang dengan menggunakan komponen-komponen elektronika yaitu mikrokontroler Arduino Uno atmega 328p berfungsi sebagai pengendali sistem alat uji, *turbidity* sensor berfungsi mengukur kekeruhan air, dan LCD 16x2 berfungsi menampilkan hasil pengukuran pengujian serta modul SD card, modul RTC DS3231 untuk menampilkan data real time pengukuran tingkat kekeruhan air dan baterai lippo 2200 mA sebagai penghasil sumber energi listrik pada alat monitoring. Arduino Uno ini diprogram dengan menggunakan modul dan bahasa pemrograman yang bersifat *open source* dengan data keluaran berupa data analog (volt). Rancang bangun alatnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rancang Bangun Alat *Turbidity* Meter Berbasis Arduino Atmega 328p

2.3 Analisis Data

Kalibrasi alat rancangan dilakukan dengan menggunakan metode kalibrasi perbandingan langsung sebagaimana gambar 3.



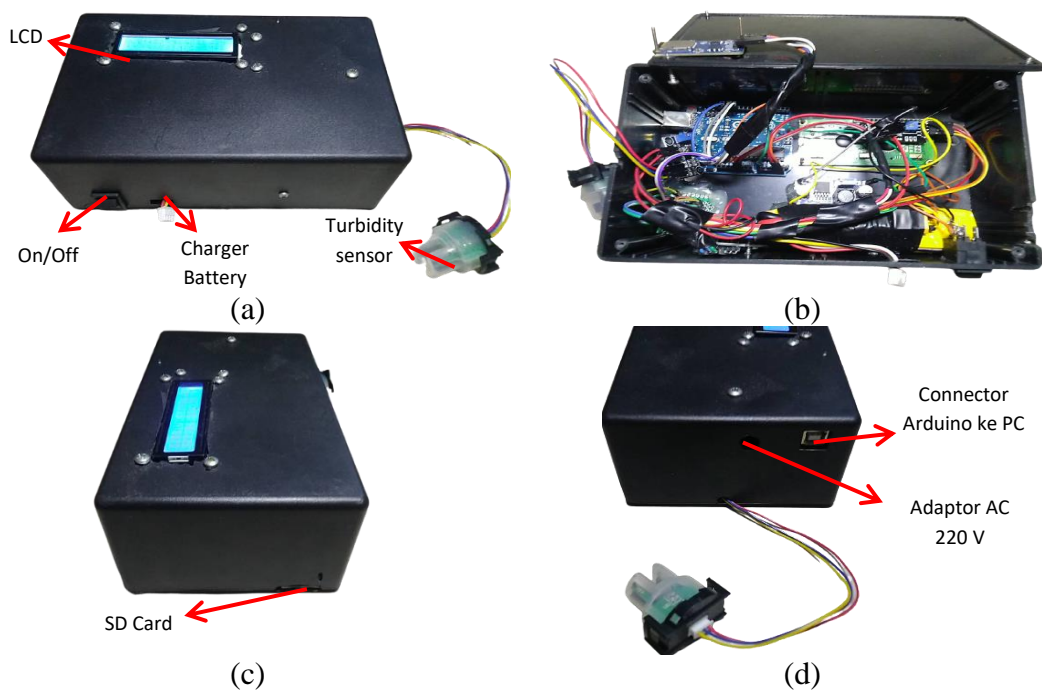
Gambar 3. Kalibrasi Perbandingan Langsung
(sumber: Sedha, 2013)

Kalibrasi perbandingan langsung adalah suatu kalibrasi yang dilakukan dengan menggunakan alat acuan sebagai standar. Perbandingan nilai yang dimiliki instrumen dengan nilai instrumen standar akan menunjukkan kesalahan yang dimiliki instrumen (13).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil perancangan instrumen *turbidity* meter Berbasis Arduino Uno

Instrumen *turbidity* meter dengan menggunakan *turbidity* sensor berbasis Arduino Uno telah dirancang. Instrumen ini merupakan hasil pengembangan dari alat sebelumnya (11). Pada alat *turbidity* meter sebelumnya belum memiliki kemampuan untuk monitoring tingkat kekeruhan air secara *real time* dengan kapasitas baterai yang masih kecil dan tidak tahan lama. Instrumen yang dirancang ini dapat digunakan untuk memantau keadaan kualitas air dengan desain yang lebih menarik serta kapasitas baterai 2200 mA. Alat *turbidity* meter ini dirancang dengan menggunakan komponen-komponen elektronika yaitu mikrokontroler Arduino Uno atmega 328, *turbidity* sensor, Modul RTC DS3231, micro SD dan LCD 16x2. Komponen ini dirangkai sesuai dengan rancangan pada gambar 1. Selanjutnya, rancangan ini disusun ke dalam box berukuran 18,5 x 11,5 x 6,5 cm³ dengan menempatkan masing-masing komponennya seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Desain alat *Turbidity* Meter yang terdiri dari a)bagian luar, b)bagian dalam, c)samping kiri dan d)samping kanan

3.2 Kalibrasi Instumen *Turbidity* Meter Berbasis Arduino

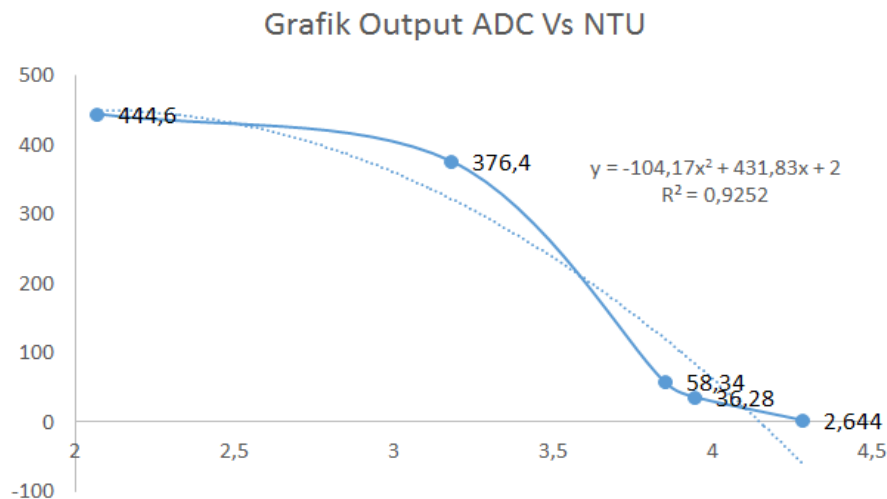
Kalibrasi pada penelitian ini menggunakan metode kalibrasi perbandingan langsung yaitu membandingkan hasil pengukuran alat rancangan dengan alat standar sebagai acuan pengukuran. Kalibrasi dilakukan bertujuan untuk mendapatkan persamaan (*rating curve*) yaitu hubungan antara tegangan (volt) dari alat rancangan dengan nilai kekeruhan air (NTU) dari alat standar. Pengujian dilakukan terhadap lima sampel yang telah dimanipulasi tingkat kekeruhannya yaitu tingkat rendah, sedang dan tinggi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil pengukuran alat rancangan mendekati hasil pengukuran alat standar. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran alat rancangan (Volt) dengan alat standar (NTU)

No	Sampel	Luaran dari alat rancangan (Volt)	Luaran dari alat standar (NTU)
1	A	4,284	2,644
2	B	3,944	36,28
3	C	3,85	58,34

No	Sampel	Luaran dari alat rancangan (Volt)	Luaran dari alat standar (NTU)
4	D	3,18	376,4
5	E	2,064	444,6

Berdasarkan tabel 1, alat rancangan (*turbidity* meter berbasis arduino) belum memiliki nilai NTU baku sesuai dengan alat standar. Sehingga, luaran yang terukur adalah nilai tegangan yang diperoleh dari hasil pengukuran. Hasil pengukuran dari alat standar memberikan luaran data tingkat kekeruhan air dengan satuan NTU. Kedua data yang diperoleh diolah untuk menentukan nilai regresinya berdasarkan grafik. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik perbandingan hasil pengukuran alat rancangan (Volt) dengan alat standar (NTU)

Gambar 5, dapat dilihat bahwa hasil perbandingan kedua data yang diperoleh dari alat rancangan dan alat standar memberikan persamaan fungsi $y = -104,17 x^2 + 431,83 x + 2$ dengan nilai regresi sebesar 0,9252. Fungsi ini ditambahkan ke dalam bahasa pemrograman arduino Uno untuk dapat di upload ke mikrokontroler arduino sehingga memberikan perintah untuk mendapatkan hasil pengukuran mendekati hasil pengukuran alat standar. Perbandingan nilai alat rancangan dan alat standar digunakan untuk kalibrasi alat yang luarannya berupa NTU (14).

3.3 Hasil pengujian alat rancangan terhadap alat standar

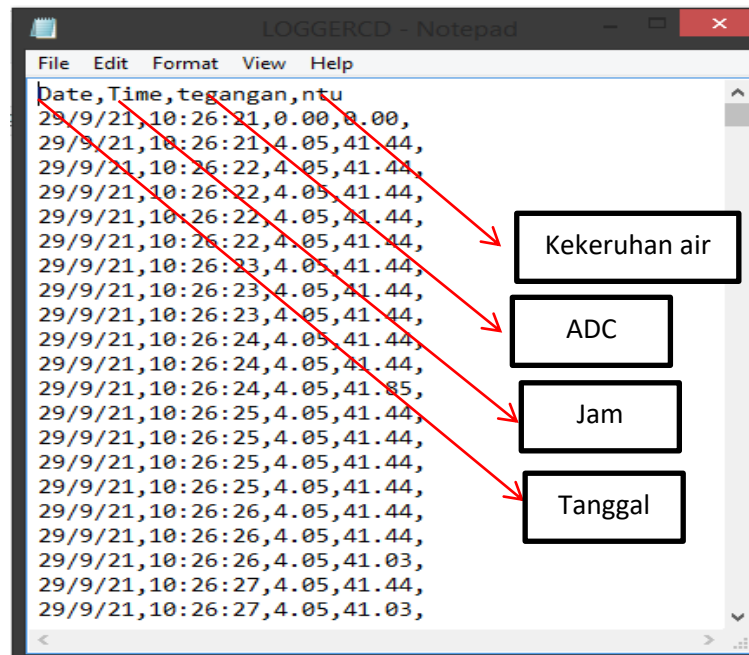
Setelah alat terkalibrasi, alat rancangan di uji kembali dengan sampel air sebelumnya untuk mendapatkan hasil pengukuran *turbidity* meter berbasis arduino dengan luaran NTU. Kemudian dilakukan perbandingan hasil pengukuran antara alat rancangan dan alat standar untuk menghitung kesalahan relatif dari alat tersebut. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan hasil pengujian alat rancangan dengan alat standar untuk mengetahui tingkat kesalahan relatif alat

Jenis Sampel	Kekeruhan (NTU)		Error%	Ket
	Alat Standar	Alat Rancang		
A	2,664	52,5	-	Tidak digunakan
B	36,28	73,36	-	Tidak digunakan
C	58,34	56,35	3,411 %	Digunakan
D	376,4	374,04	0,63 %	Digunakan
E	444,6	448,97	0,98 %	Digunakan
Rata-rata			1,67%	

Hasil perhitungan yang dilakukan menunjukkan tingkat *error* bervariasi. Dimana, kesalahan relative yang diperoleh pada pengukuran di bawah 50 NTU tidak dapat digunakan karena memiliki tingkat *error* yang tinggi. Beberapa faktor yang menyebabkan pengukuran yang diperoleh *error* karena pengukuran yang dilakukan menggunakan metode pancaran cahaya secara lurus yaitu sudut antara pemancar dan penerima sebesar 0° . Sehingga, sensitifitasnya alat rancangan yang dimiliki tidak stabil (15).

Sedangkan, hasil pengukuran tingkat kekeruhan diatas 50 NTU dengan rata-rata *error* sebesar 1,67%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Mukhlizar *et al* (2018) bahwa tingkat *error* di bawah 10 % sudah cukup baik untuk digunakan dalam monitoring tingkat kekeruhan air (16). Selanjutnya, pengujian penyimpanan data *logger* dari hasil pengujian monitoring terhadap tingkat kekeruhan air. Tampilan data monitoring tingkat kekeruhan air dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan data hasil monitoring kekeruhan air dari SD Card

Berdasarkan gambar 6, dapat dilihat pada SD card hasil monitoring pengukuran kekeruhan air. Dimana, pada data SD card akan muncul data pengukuran seperti tanggal pencatatan, jam, nilai tegangan dan tingkat kekeruhan air (NTU).

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa simpulan yang diperoleh: (1) Alat ukur tingkat kekeruhan air berbasis arduino dapat digunakan untuk monitoring kekeruhan air dengan kapasitas baterai sekitar 2200 mAh. (2) Instrumen pengukuran kekeruhan ini memiliki tingkat kesalahan relatif sebesar 1,67% yang dapat mengukur 50-500 NTU. (3) Data *logger* hasil pengukuran yang terdapat di dalam SD card terdiri dari tanggal, jam, NTU dan data analog Volt yang sangat baik digunakan untuk analisis pengukuran monitoring.

4.2 Saran

Perlu adanya penambahan perangkat berbasis IOT untuk mengakses pengukuran kekeruhan air secara realtime yang bisa dilihat secara langsung baik website maupun mobile. Harapannya, kedepan alat monitoring tingkat kekeruhan air dapat diakses secara langsung di website atau mobile phone.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih pada FMIPA Universitas Bengkulu yang telah mendanai penelitian dengan skema pembinaan dengan no kontrak 1927/UN30.12/HK/2021. Terima kasih juga kepada prodi D3 Laboratorium Sains yang telah memberikan fasilitas laboratorium untuk melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wirman RP, Wardhana I, Isnaini VA. Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeuhan Air. *J Fis.* 2019;9(1):37–46.
2. Noor A, Supriyanto A, Rhomadhona H. Aplikasi Pendeteksi Kualitas Air Menggunakan Corel IT. 2019;5(1):13–8.
3. Cahyani H, Harmadi H, Wildian W. Pengembangan Alat Ukur Total Dissolved Solid (TDS) Berbasis Mikrokontroler Dengan Beberapa Variasi Bentuk Sensor Konduktivitas. *J Fis Unand.* 2016;5(4):371–7.
4. Abidin F, Millang S, Arsyad U. Kualitas Air Sungai pada Berbagai Tipe Penutupan Lahan Pada Sub-sub DAS di DAS Latuppa. *J Hutan dan Masy.* 2019;11(1):59–72.
5. Gultom FB, Rahman R, Heriansyah H. Analisis Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika di Wilayah Kota Bengkulu. *Alchemy.* 2021;9(2):37–42.
6. Yogafanny E. Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *J Sains & Teknologi Lingkungan.* 2015;7(1):29–40.
7. PermenKes. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum. Peratur Menteri Kesehat Republik Indones. 2017;1–20.
8. Kurnia Sari ZA, Permana H, Indrasari W. Karakterisasi Sensor Photodiode, Ds18B20, Dan Konduktivitas Pada Rancang Bangun Sistem Deteksi Kekeuhan Dan Jumlah Zat Padat Terlarut Dalam Air. *SPEKTRA J Fis dan Apl.* 2017;2(2):149.
9. Putri AO, Harmadi H. Rancang Bangun Alat Ukur Tingkat Kekeuhan Air Menggunakan Fotodiode Array Berbasis Mikrokontroler ATmega328. *J Fis Unand.* 2018;7(1):27–32.
10. Nuzula N, Endarko. Rancang Bangun Alat Ukur Kekeuhan Air Berbasis Mikrokontroler. *Berk Fis.* 2013;16(4):111–8.
11. Rahman R, Gultom F, Heriansyah. Pengujian Alat Kekeuhan Air Menggunakan Turbidity Sensor Berbasis Arduino. *J Ilmu Fis dan Pembelajarannya.* 2021;5(1):19–23.
12. Rachmansyah F, Utomo SB, Sumardi. Perancangan dan Penerapan Alat Ukur Kekeuhan Air Menggunakan Metode Nefelometrik Pada Instalasi Pengolahan Air Dengan Multi Media Card (MMC) Sebagai Media Penyimpanan (Studi Kasus di PDAM Jember). *J Berk Sainstek.* 2014;2(1):17–21.
13. Sedha. *Electronic Measurements and Instrumentation.* 1st ed. Vol. 40, American Journal of Physics. Singapore; 2013. 1–514 p.
14. Suliyani N, Suciyati SW, Pauzi GA, Surtono A. Rancang Bangun Alat Ukur Kekeuhan Air Menggunakan Fototransistor dan LED Inframerah Berbasis Arduino Uno. *J Energy, Mater*

Instrum Technol. 2021;2(2):30–9.

15. Iskandar HR, Saputra DI, Yuliana H. Eksperimental Uji Kekeruhan Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT Cloud Server. J Umj. 2019;1–9.
16. Mukhlizar M, Hartati R, Murhaban M. Perancangan Alat Ukur Tingkat Kekeruhan Dan Kadar Ph Air Berbasis Mikrokontroler. J Mekanova Mek Inov dan Teknol. 2019;5(1):1–7.