

# Sistem Monitoring Kualitas Air Menggunakan Sensor *Turbidity* Metode Nephelometri Berbasis Raspberry PI 3

## *Monitoring Water Quality Using Turbidity Sensor Metode Nephelometric Base on Raspberry PI 3*

Goib Wiranto<sup>1</sup>, Tri Rahajoeningroem<sup>2</sup>, Al Fatin Fernanda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Lembaga Ilmu Pengetahuan (LIPI Bandung)

<sup>2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia<sup>a</sup>

<sup>1</sup>Email : goib@ppet.lipi.go.id

**Abstrak** – Turbiditas sangatlah berpengaruh sebagai salah indikasi air layak atau tidaknya untuk dikonsumsi. Tujuan Penelitian ini telah dirancang suatu sistem pembacaan sensor turbidimeter (*turbidity*) untuk mengetahui parameter kekeruhan air tanah yang dapat dikonsumsi dengan menggunakan metode nephelometri. Nephelometri merupakan suatu metode dalam pemanfaatan sifat hamburan cahaya, cahaya sumber yang dipancarkan ke media air yang terdapat partikel di dalamnya akan dihamburkan dan dideteksi oleh detektor cahaya yang diposisikan dengan sudut 90°. Pada penulisan ini sumber cahaya menggunakan LED *super bright* berwarna merah dan detektor cahaya photodiode TSL 250r dengan panjang gelombang 630nm. Kemudian di penulisan ini juga akan dipaparkan pembuatan sensor dan sistem pembacaan sensor turbidimeter dengan basis Raspberry Pi 3. Hasil karakterisasi sensor turbidimeter yang didapat dengan persamaan *least square* adalah  $y = 232,51x - 61,29$ , kemudian persamaan digunakan untuk merubah nilai ADC ke NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Sensor turbidimeter memiliki akurasi nilai minimum 2 NTU dan nilai maksimum 200 NTU dengan *error* di bawah 5%.

**Kata kunci** : Sensor, Kekeruhan, Nephelometric, Turbidimeter, Raspberry Pi.

**Abstract** – *Turbidity is one of indication water that can allowed to consumption. In this research it has designed a turbidity sensor system to determine the parameters of turbidity in water that can be consumed, using the nephelometry method. Nephelometry is a method in utilizing the nature of light scattering, light sources emitted into water media containing particles that will be scattered and detected by light detectors positioned at 90 ° angle. In this work the light source was used a super bright red LED and a TSL 250r photodiode light detector with a wavelength of 630nm. This paper will also explain process of making sensor and the turbidimeter system on the basis of Raspberry Pi 3. The results of the turbidimeter sensor characterization obtained with the least square equation are  $y = 232.51x - 61.29$ , the formula is can be used to change the ADC value to NTU (Nephelometer Turbidity Unit). The turbidity sensor has an accuracy of a minimum value is 2 NTU and a maximum value is 200 NTU with an error under 5%.*

**Keyword** : Sensors, Turbidity, Nephelometric, Turbidimeter, Raspberry Pi.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Air adalah senyawa yang paling penting di bumi. Air ditemukan di permukaan dan juga di atmosfer bumi. Sebagian besar tubuh manusia terdiri atas air. Air juga terdapat pada tumbuhan dan hewan. Di dalam kehidupan sehari-hari, kita banyak menggunakan air untuk kebutuhan rumah tangga misalnya untuk air minum, memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya. Selain itu air juga digunakan dalam bidang industri. Untuk

memenuhi semua kebutuhan tersebut maka diperlukan air yang kualitasnya baik. Kualitas air yang baik dilihat dari berbagai segi yaitu segi kimiawi, biologis, fisika, maupun segi estetika. Salah satunya dari segi estetika kualitas air dilihat dari tingkat kekeruhannya[1].

Secara fisis air bersih diindikasikan dengan keadaannya yang bening, tidak berwarna dan tidak berbau. Kondisi seperti ini terjadi jika air tidak dikotori oleh bahan organik dan anorganik. Sedangkan secara optis, air yang tercampur oleh bahan pengotor, keadaannya akan mengalami

perubahan, menjadi berwarna atau menjadi keruh[2].

Berdasarkan tingkat kekeruhan air, untuk menentukan layak atau tidaknya suatu air yang akan digunakan dalam keperluan sehari-hari, itu bergantung pada partikel penyebab kekeruhan air yang terdapat didalamnya. Untuk memudahkan dalam menentukan tingkat kekeruhan air, parameter yang digunakan menggunakan satuan NTU atau *Nephelometer Turbidity Unit*[3]. Untuk tingkat kekeruhan air maksimum yang baik digunakan untuk konsumsi (air tanah) adalah 5 NTU[3].

Tingkat kekeruhan air adalah studi dari sifat-sifat optis yang menyebabkan cahaya yang melewati air menjadi terhambur dan terserap dari cahaya yang dipancarkan dalam garis lurus[4]. Kekeruhan menyebabkan air menjadi seperti berkabut atau berkurangnya transparansi dari air. Arah dari berkas cahaya yang dipancarkan akan berubah ketika cahaya berbenturan dengan partikel di dalam air. Jika kekeruhan level kekeruhan rendah maka sedikit cahaya yang akan dihamburkan dan dibiaskan dari arah asalnya[2].

Untuk mengetahui level kekeruhan air dalam suatu medium diperlukan adanya sebuah sensor. Secara umum sensor diartikan sebagai alat yang dapat menangkap suatu keadaan fisika atau kimia, kemudian merubahnya menjadi bentuk listrik (tegangan)[5].

Jenis sensor yang digunakan adalah turbidimeter. Perancangan turbidimeter sebagai alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kekeruhan air. Metode pengukuran tingkat kekeruhan zat cair dibedakan menurut intensitas cahaya mana yang diukur, cahaya yang diteruskan, cahaya yang dihamburkan atau keduanya[6].

Sensor turbidimeter dibangun dengan metode nephelometer, metode nephelometer adalah metode yang memanfaatkan intensitas cahaya yang dihamburkan oleh sampel di dalam air. Intensitas cahaya yang dihamburkan ini berbanding lurus dengan jumlah zat-zat yang tersuspensi dalam lintasan cahaya tersebut[7]. Metode nephelometer yang dipakai untuk membuat sensor turbidimeter ini, membutuhkan sumber cahaya dan detektor cahaya sumber, yang kemudian dirakit dan menjadi sebuah sensor turbidimeter metode nephelometer.

## B. Tinjauan State Of Art

Untuk kebutuhan yang dilakukan dalam eksperimen dan penelitian dilapangan tentunya dibutuhkan alat ukur kekeruhan air yang dapat

medeteksi perubahan air dari waktu ke waktu. Serta sistem atau alat yang diintegrasikan dengan sensor juga harus menunjang dan memudahkan dalam pengambilan data yang diperlukan dengan menggunakan sensor turbidimeter yang dibuat. Adapun alat ukur yang ada, masih menggunakan sampel air yang dipindahkan kewadah kecil untuk mengetahui nilai kekeruhannya. Dengan begitu nilai perubahan air tidak bisa dilihat perubahannya dari waktu ke waktu. Untuk mengatasi hal tersebut, sistem yang diperlukan adalah mengetahui nilai perubahan kekeruhan air waktu ke waktu tanpa harus mengambil sampel.

Dari deskripsi yang telah dijelaskan, maka dalam penelitian ini penulis akan merancang pembuatan sensor turbidimeter dalam mengukur kekeruhan air untuk kualitas air dengan menggunakan metode nephelometer dan sistem komunikasi wireless menggunakan radio berbasis raspberry pi. Fitur yang ada berupa : portable (dapat dibawa kemana saja dan praktis dilengkapi dengan baterai yang dapat diisi ulang di dalamnya), *LCD Touch Screen* (sebagai unit penampil data indikator dan mempermudah dalam penggunaan), *Wireless*(pengiriman data sensor ke GUI (*Graphical User Interface*) raspberry menggunakan sinyal radio ).

Metode nephelometer pada penelitian sebelumnya menggunakan sensor TSD 10 dan mendapatkan range pengukuran yang luas dan terdapat kelemahan pada akurasi pengukuran[2].

## C. Tujuan

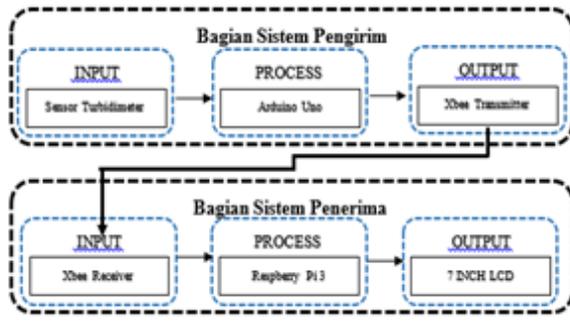
Tujuan dalam melakukan penelitian ini yaitu membuat sensor kekeruhan air dengan metode nephelometri yang dibuat dengan lebih praktis dan memiliki fungsi pengiriman secara *wireless*. Kemudian data kekeruhan air dapat dimonitoring dan ditampilkan di *display*

Membandingkan data sensor kekeruhan air metode nephelometri yang dibuat dengan sensor konvensional.

## II. METODE

### A. Perancangan Sistem

Pada bagian akan menjelaskan sistem monitoring kekeruhan air yang dibuat. Bagian perancangan sistem akan dibagi menjadi menjadi 2, yaitu bagian pengirim dan bagian penerima, dan masing-masing dari bagian tersebut akan terdapat *input*, *process*, dan *output*. Berikut



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

**Gambar 1.** menunjukkan sistem yang dimaksud. Masing-masing sistem memiliki tiga bagian penyusun sistem yaitu bagian *input*, bagian *process*, bagian *output*. Seperti yang terlihat pada **Gambar 1**, berikut penjabaran dari perancangan masing-masing bagian sistem.

Pada bagian pengirim dilihat dari **Gambar 1**. blok diagram pada bagian sistem pengirim terdapat *input*, proses, dan *output*. Berikut penjelasannya.

1. Blok *input*

Pada blok ini terdapat bagian yang memiliki fungsi sebagai masukan, sensor turbidimeter yang berperan sebagai masukan. Data atau nilai kekeruhan yang dibaca oleh sensor turbidimeter.

2. Blok *process*

Pada blok ini terdapat bagian yang memiliki fungsi sebagai pengolah data yang dibaca oleh sensor, data yang baca dikomputasi oleh Arduino Uno.

3. Blok *output*

Pada bagian ini adalah bagian akhir dari sistem pengirim. Data yang telah diolah oleh Arduino Uno, diteruskan ke Xbee router sebagai alat untuk mengirimkan data ke bagian sistem penerima, melalui sinyal radio.

Pada bagian penerima dilihat dari **Gambar 1**. blok diagram pada bagian sistem penerima terdapat *input*, proses, dan *output*. Berikut penjelasannya.

1. Blok *input*

Pada blok ini terdapat bagian yang memiliki fungsi sebagai masukan dan yang berperan dalam masukan data adalah Xbee. Xbee sebagai koordinator atau *receiver*.

2. Blok *process*

Setelah data diterima oleh Xbee coordinator, kemudian Raspberry yang berperan untuk mengolah data yang diterima dan kemudian dapat ditampilkan di LCD.

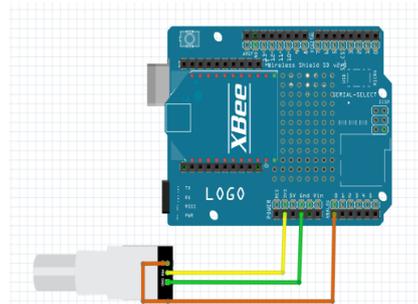
3. Blok *output*

LCD berperan sebagai bagian output, karena disini data yang di dapat ditampilkan dengan sederhana dan dimengerti oleh pemakai alat.

## B. Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan perangkat keras, sama halnya dengan perancangan sistem. Arduino Uno, Xbee dan Xbee Shield. Bagan perancangan ditunjukkan pada **Gambar 1**.

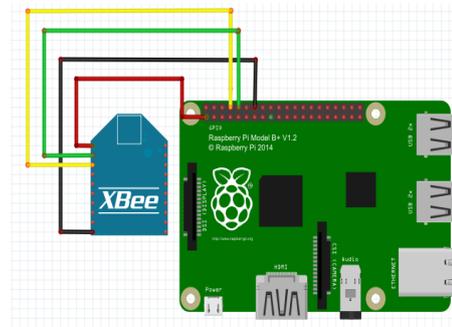
Semua komponen dihubungkan, untuk menghubungkan Xbee ke Arduino Uno membutuhkan Xbee shield. Kemudian



Gambar 2. Perancangan Hardware Bagian Pengirim.

menghubungkan sensor turbidimeter ke port I/O pada Arduino. **Gambar 2** dapat dilihat kode warna pada *wiring*, kabel berwarna oranye merupakan pin data sensor dihubungkan ke pin analog 0 pada Arduino. Kabel berwarna kuning merupakan pin Vcc yang dihubungkan ke pin 3v3 pada Arduino. Kemudian kabel berwarna hijau merupakan penghubung GND sensor ke GND Arduino.

Perancangan bagian penerima, pada bagian perancangan bagian penerima, komponen hardware yang digunakan yaitu Xbee, Raspberry dan LCD. Komponen berikut akan dihubungkan



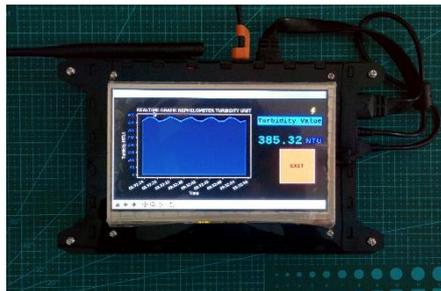
Gambar 3. Rancangan Hardware Bagian Penerima.

dan menjadi sebuah sistem bagian penerima, dilihat **Gambar 3**.

Pada **Gambar 3**. menunjukkan rangkaian penghubung Xbee dan Raspberry Pi. *Wiring* untuk menghubungkan Xbee dengan raspberry, untuk

warna kabel hitam menghubungkan GND Xbee dengan GND Raspberry Pi, kemudian warna merah kabel menghubungkan Vcc dari Xbee ke Vcc Raspberry Pi. Kabel berwarna kuning menghubungkan pin Din Xbee ke Pin Tx Raspberry Pi. Dan kabel berwarna merah hijau menghubungkan pin Dout ke in Rx Raspberry Pi.

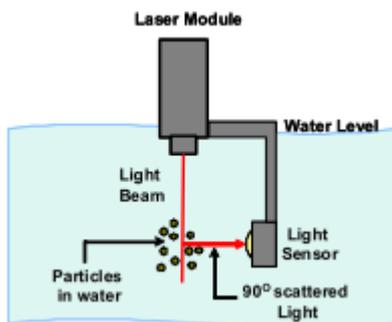
Pada bagian ini, adalah bagian akhir data yang telah diolah dan menjadi satuan kekeruhan air yaitu NTU. Data ditampilkan oleh LCD 7 inch touch screen. LCD dihubungkan dengan Raspberry Pi dengan menggunakan kabel HDMI seperti **Gambar 4**.



**Gambar 4.** LCD dan Raspberry PI

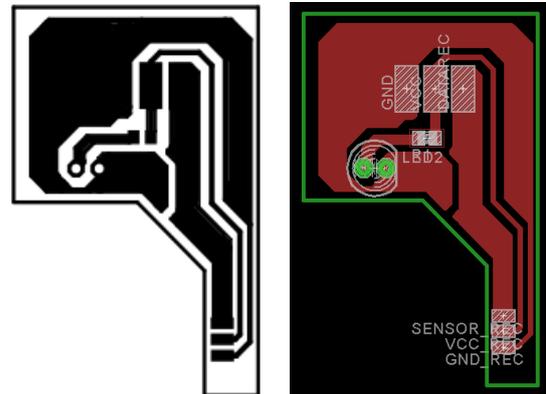
Kemudian untuk perancangan sensor turbidimeter yang menggunakan metode nephelometri ini. Menggunakan 2 komponen elektronika, yaitu fungsi utama yang diperlukan yaitu sumber cahaya dan fungsi yang kedua sebagai *detector* cahaya yang dipancarkan. Untuk sumber cahaya digunakan LED dan untuk *detector*-nya menggunakan photodiode TSL250r, yang mana kedua komponen tersebut memiliki *range* panjang gelombang terbaik 630nm.

Metode nephelometri ini sendiri merupakan metode pengukuran kekeruhan air, yang mana sumber cahaya di posisikan 90° ke *detector*, dan pada sata sumber cahaya dimasukan ke dalam air. Partikel akan menghamburkan cahaya sumber dan *detector* akan menangkap penyebaran cahaya tersebut. Berikut **Gambar 5**. menunjukkan ilustrasi metoda ini.[6].

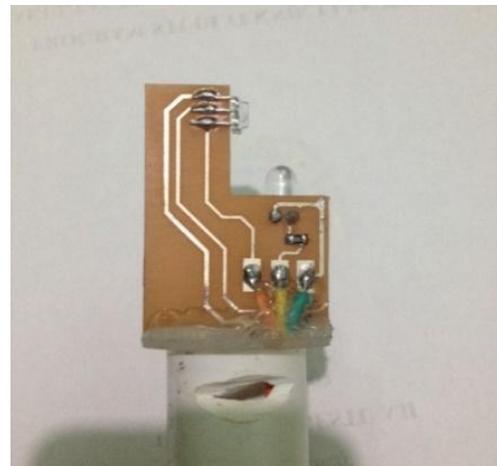


**Gambar 5.** Metode Nephelomter

Kemudian komponen tersebut ditempatkan di PCB, dan diletakkan kedalam casing yang bisa melindungi rangkaian sensor dari kerusakan akibat dicelupkan ke media air. **Gambar 6.**, **Gambar7.** **Gambar 8.** menunjukkan hasil dan langkah-langkah pembuatan sensor turbidimeter metode nephelomter .



**Gambar 6.** Desain Layout PCB



**Gambar 7.** Layout PCB Sensor Turbidimeter



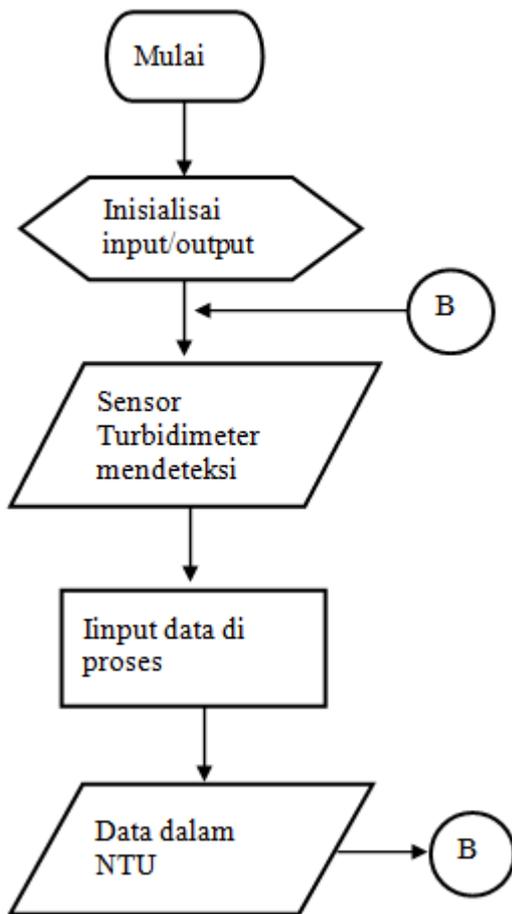
**Gambar 8.** Layout Sensor

Pada **Gambar 6.** merupakan desain PCB sensor yang dibuat untuk meletakkan tempat komponen yang diperlukan. Kemudian **Gambar**

7. Menunjukkan pabrikasi PCB dan mulai menyatukan untuk membuat casing. Pada **Gambar 8**. Menunjukkan hasil akhir dari casing yang dibuat yang di dalamnya telah terdapat komponen yang telah diletakkan di PCB (*Print Circuit Board*).

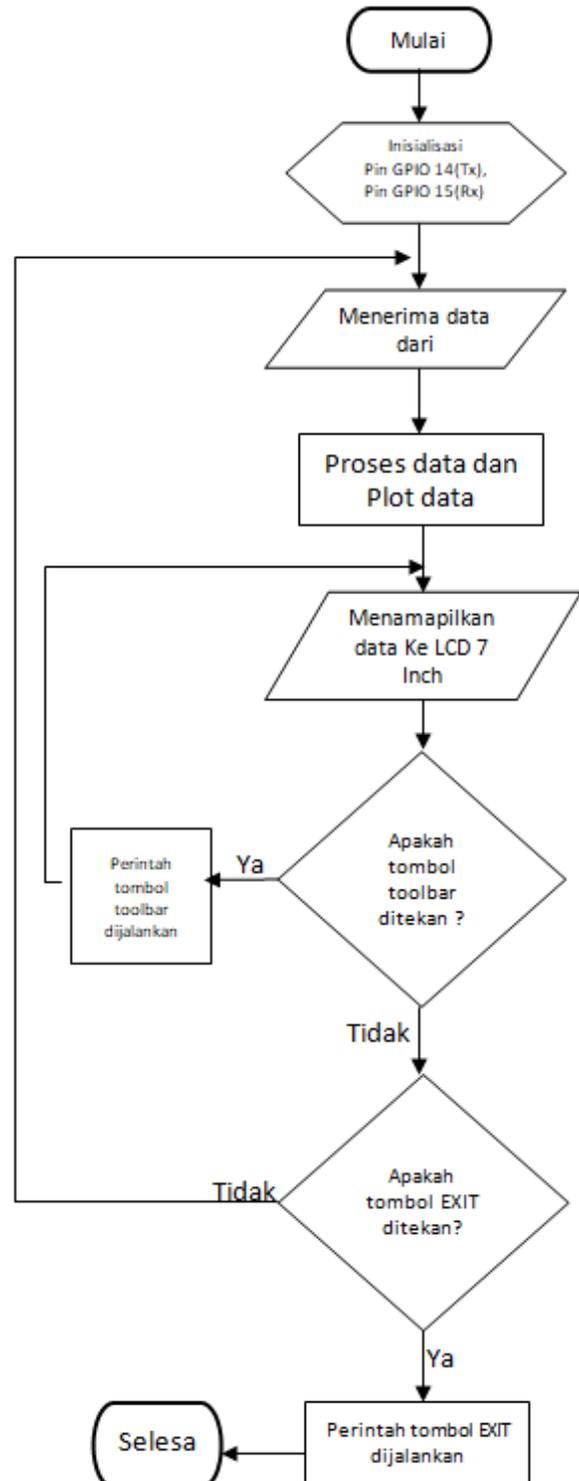
**C. Perancangan Perangkat Lunak**

Pada tahap perancangan perangkat lunak, merupakan tahap pemrograman nilai masukan sensor yang dibaca. Berikut diagram alir sistemnya pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**.



Gambar 9. Flowchart Pemrograman Sensor

Pada perancangan perangkat lunak merupakan pemrograman untuk menentukan nilai karakterisasi yang akan mengubah nilai tegangan sensor menjadi data kekeruhan air dalam satuan NTU.



Gambar 10. Flowchart Pemrograman GUI

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Karakterisasi Sensor**

Karakterisasi sensor dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan linier *least square*. Data yang digunakan berupa data sinyal ADC dari sensor yang dibuat dan sata NTU dari sensor kekeruhan yang konvensional. Berikut hasil pengambilan data dan perhitungan untuk

mengetahui nilai karakterisasi sensor yang dibuat, yang ditunjukkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Data karakterisasi sensor

Sampel ke- $n$	ADC Terukur ( $x_i$ )	LaMotte 2020 ( $y_i$ )	$x_i y_i$	$x_i^2$
1	0,25	5,20	1,30	0,06
2	0,28	7,20	2,02	0,08
3	0,31	9,40	2,91	0,10
4	0,32	12,00	3,84	0,10
5	0,33	14,00	4,62	0,11
6	0,34	15,00	5,10	0,12
7	0,35	17,00	5,95	0,12
8	0,36	21,00	7,56	0,13
9	0,37	21,00	7,77	0,14
10	0,37	22,00	8,14	0,14
11	0,37	23,00	8,51	0,14
12	0,38	24,00	9,12	0,14
13	0,38	26,00	9,88	0,14
14	0,39	27,00	10,53	0,15
15	0,39	29,00	11,31	0,15
16	0,40	30,00	12,00	0,16
17	0,40	32,00	12,80	0,16
18	0,41	33,00	13,53	0,17
19	0,41	35,00	14,35	0,17
20	0,42	36,00	15,12	0,18
21	0,42	36,00	15,12	0,18
22	0,43	38,00	16,34	0,18
23	0,43	40,00	17,20	0,18
24	0,43	43,00	18,49	0,18
25	0,44	45,00	19,80	0,19
26	0,44	45,00	19,80	0,19
27	0,44	45,00	19,80	0,19
$\Sigma$	10,26	730,80	292,91	3,96

Dari metode *least square* didapatkan nilai karakterisasi sensor yang dibuat, sebagai berikut  $y = 232,51x - 61,29$ . Kemudian nilai tersebut dimasukkan dalam program Arduino. Dimana nilai  $y$  sebagai nilai kekeruhan air dan  $x$  nilai ADC sensor yang terbaca.

Untuk sensor TSD 10 sebagai pembandingan penelitian mempunyai karakteristik persamaan  $y = -0,022x + 4,554$ [2]. Berbedanya karakteristik persamaan menunjukkan hasil sensor memiliki karakteristik yang berbeda pula.

## B. Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan nilai kekeruhan air sensor konvensional LaMotte 2020 dengan sensor yang dibuat. Ditunjukkan pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Pengujian Pembacaan Sensor

No	Jenis Air	Turbidity (NTU)		
		X (NTU)	Y (NTU)	Error %
1	Air PDAM	2,20	2,10	$\pm 4,76$
2	Air Teh	14,90	15,00	$\pm 0,80$
3	Air Sungai Cikapundung	18,30	19,00	$\pm 0,42$
4	Air Kopi	195,57	190,00	$\pm 2,93$
5	Air Soya	550,72	error	$\pm -$

Dari hasil percobaan yang dilakukan dimana X sebagai hasil alat ukur dan Y sebagai hasil alat ukur konvensional, didapatkan nilai bahwa *error* di bawah 3% dengan 2,20 NTU sampai 195 NTU. Untuk penelitaian dengan rentang 0 NTU sampai 4000 NTU menggunakan sensor TSD -10 menunjukkan kesalahan yang masih dikarenakan rentang yang begitu besar[2]. Penggunaan TSL 250r dan LED merah dirakit dengan metode nephelometri menghasilkan nilai akurasi yang lebih baik dengan rentang ukur yang lebih sempit.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan. Sensor yang dibuat menggunakan metode nephelometri dengan tujuan mempermudah pengambilan data kekeruhan air, yang dibandingkan dengan sensor konvensional. Sensor yang dibuat tidak memerlukan sampel yang dipindahkan ke wadah dan bisa langsung dicelupkan ke media air, ditambah lagi sistem *wireless* dalam pengiriman data sensor ke GUI. Selain itu dari sisi akurasi sensor yang dibuat memiliki *error* di bawah 3% dengan 2,20 NTU sampai 195 NTU. Hanya saja kekurangan dalam sensor ini adalah sensitifnya detektor terhadap cahaya matahari atau cahaya lainnya sehingga pengambilan data haruslah pada media air yang minim cahaya luar seperti tempat penampung air tertutup.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] B. Yuniarti, "PENGUKURAN TINGKAT KEKERUHAN AIR MENGGUNAKAN TURBIDIMETER BERDASARKAN PRINSIP HAMBURAN CAHAYA," 2007.
- [2] M. Faisal, Harmadi, and D. Puryanti, "KEKERUHAN AIR SECARA REALTIME MENGGUNAKAN SENSOR TSD-10," vol. 8, no. 1, pp. 9–16, 1979.
- [3] Wisnu Arya Wardhana, Dampak pencemaran lingkungan. Yogyakarta: Andi, 2004.
- [4] A. F. Bin Omar and M. Z. Bin MatJafri, "Turbidimeter Design and Analysis: A Review on Optical Fiber Sensors for the Measurement of Water Turbidity," *Sensors*, vol. 9, no. 10, pp. 8311–8335, Oct. 2009.
- [5] Adrian Venema, "Principles of Chemical Microsensors," *Lect. Notes Delft Univ. Technol.*, 1998.
- [6] T. P. Lambrou, C. C. Anastasiou, and C. G. Panayiotou, "A nephelometric turbidity system for monitoring residential drinking water quality," *Lect. Notes Inst. Comput. Sci. Soc. Telecommun. Eng.*, vol. 29 LNICST, pp. 43–55, 2010.
- [7] R. R. M. Si, D. W. M. Si, and Y. H. S. Si, "Uji Sensitivitas Sudut Hamburan Kekeruhan Air Bersih Dari Rancang Bangun Alat Ukur Nephelometer," pp. 345–348, 2013