

Sistem Monitoring Limbah Cair Berbasis Mikrokontroler Dengan Data Logger Di Pabrik Kelapa Sawit

Ilham¹⁾, Edy Ervianto²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

E-mail : ilham.ilham@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Temperature, Hydrogen Potential (pH), and Turbidity are important information to know to see the physical elements of liquid waste. This research was conducted using the Arduino Uno Microcontroller as a controller, temperature sensor (DS18B20), pH sensor, Turbidity sensor and SD card module for data logger and real time. The results of namely the pH sensor with an average error of 1.09%, the temperature sensor of 3.05% and the turbidity sensor of 3.46%. For the time of sending data from Arduino Uno to SD card every 30 minutes. the success of a measuring instrument that displays readings on a Liquid Crystal Display (LCD) and recording data stored on a memory card. From the test results to the field, data obtained the average value of the pH sensor voltage reading of 2.89 volts with the average pH value being read by the pH sensor of 5.30, for the average value of temperature sensor readings of 37 °C and for average The average voltage reading on the turbidity sensor is 2.55 volts with an average turbidity level of 296 NTU.

Keywords: Arduino Uno Microcontroller, Turbidity Sensor, pH Sensor, Temperature Sensor, and Data Logger

I. PENDAHULUAN

Metode yang paling umum untuk mendeteksi parameter ini adalah mengumpulkan sampel secara manual dan kemudian mengirimnya ke laboratorium untuk mendeteksi dan menganalisis. Metode ini membuang terlalu banyak tenaga manusia dan sumber daya material, dan memiliki keterbatasan pengumpulan sampel, analisis jangka panjang, penuaan peralatan eksperimen, dan masalah lainnya. Sensor adalah alat pendeteksi yang ideal untuk mengatasi masalah ini. Itu tidak dapat mengubah informasi daya menjadi sinyal listrik. Ini dapat dengan mudah mentransfer proses, mengubah dan mengontrol sinyal, dan memiliki banyak keuntungan khusus seperti selektivitas yang baik, sensitivitas tinggi, kecepatan respon yang cepat dan sebagainya. Menurut karakteristik

dan keunggulan sensor. (Novitasari, Triyanto and Nirmala, 2018)

Pemantauan Kekeruhan, PH & Suhu Air dirancang dan dikembangkan. Ini didasarkan pada SMS (Short Messaging Service) di jaringan GSM (Global System for Mobile Communications) untuk secara instan mentransfer data yang dikumpulkan. Alat ini juga dapat memantau kualitas air dari jarak jauh. Sistem ini mengimplementasikan otomatisasi, intelijen, dan jaringan pemantauan kualitas air, dan menggunakan sumber daya manusia, material, dan keuangan dengan hemat. (Sulistyo, 2019)

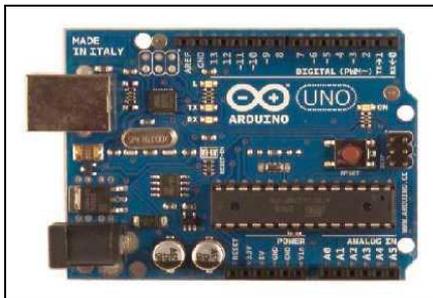
II. LANDASAN TEORI

Informasi yang penting diketahui untuk melihat unsur fisik limbah cair ialah dari karakteristik fisik yaitu pH, suhu dan kekeruhan dari limbah cair insudtri kelapa sawit pada kolam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). (Syafira, 2017)

2.1 Mikrokontroler

Arduino Merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat mengenali lingkungan di

sekitarnya melalui berbagai jenis sensor. Rozaq (2017)



Gambar 1. Arduino Uno

2.2 Sensor Suhu

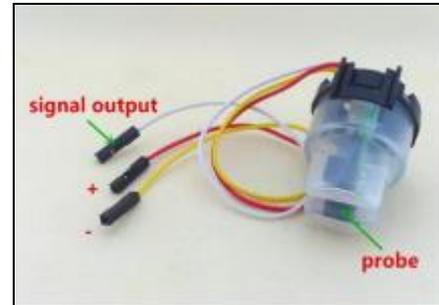
Sensor suhu pada penelitian ini digunakan *Waterproof Temperature Sensor* untuk membaca parameter suhu dari limbah cair. Sensor ini memiliki kemampuan tahan air, maka cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Sensor ini dikemas secara khusus sehingga kedap air, Adapun gambar dari sensor kekeruhan adalah sebagai berikut. Muksal (2019)



Gambar 2. Sensor Suhu

2.3 Sensor Turbidity

Sensor Turbidity merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur kualitas air dengan mendeteksi tingkat kekeruhannya. Sensor ini mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan cara mengukur transmitansi dan hamburan cahaya.



Gambar 3. Sensor Turbidity

2.4 Sensor pH

Prinsip kerja utama pH meter yaitu terletak pada sensor probe berupa elektroda kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Ujung elektrodakaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). Sensor pH dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 4. Sensor pH

2.5 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. Adapun Display LCD dapat dilihat sebagai berikut

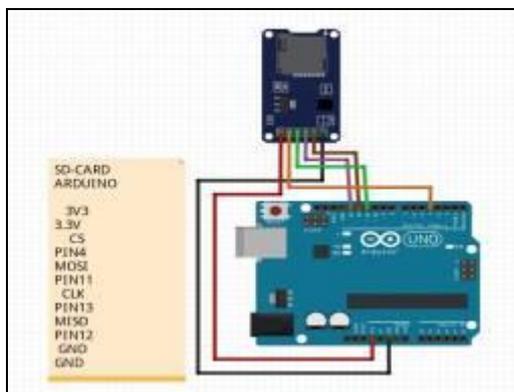


Gambar 5. Tampilan LCD (*Liquid Crystal Display*)

2.6 Data Logger

Data *logger* merupakan sebuah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mencatat data dari waktu-kewaktu, baik data dari sensor dan instrument didalamnya maupun eksternal sensor.

Data *logger* memiliki ukuran fisik kecil, bertenaga baterai, *portable* dan dilengkapi dengan mikroprosessor, memori internal untuk menyimpan data sensor. adapun rangkaian untuk data *logger* sebagai berikut



Gambar 6. Rangkaian *Data Logger*

III METODE PENELITIAN

3.1 Perancangan Alat

Perancangan alat dan sistem dilakukan untuk mengetahui hasil data dari alat yang dibuat dan dilakukan Pengujian alat dan sistem dilakukan secara bertahap dari pengujian komponen atau alat dan kalibrasi alat. Pengujian dan kalibrasi alat dilakukan untuk menguji coba perangkat yang dapat berfungsi dengan baik atau tidak sebelum dilakukannya pengujian untuk pengambilan data.

Untuk mewujudkan langkah-langkah penelitian yang telah penulis susun, pengujian pertama tentang sensor pH yang telah dirakit, sensor PH yang digunakan penulis merupakan sensor dengan tipe pH meter 4502C yang kompatibel dengan arduino pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon sensor terhadap perubahan pH pada air, respon yang dimaksud adalah nilai tegangan sensor terhadap nilai pH. Dengan alat ukur yang telah terkalibrasi PH – 009 (I)A. dalam pengujian ini menggunakan 7 jenis cairan dengan nilai pH yang berbeda-beda. Cairan tersebut yaitu menggunakan buffer pH 4.01, buffer pH 6.86, buffer pH 9.18, air leminerale, air detergen, air aqua dan Air sumur.

Selanjutnya Sensor suhu yang sudah dirakit ini peneliti menggunakan sensor DS18B20 yang kompatibel dengan arduino dikalibrasikan dengan alat standar sensor TDS-3 yang biasa digunakan untuk mengukur nutrisi dan suhu pada system hidroponik. Metode pengujian dengan tiga gelas air dengan suhu yang berbeda, gelas pertama diisi dengan air dingin dari freezer, gelas kedua dengan air hangat, gelas ketiga dengan air panas, dan air es.

Sensor kekeruhan berfungsi untuk mendeteksi tingkat keruh air limbah sawit hasil produksi dengan memanfaatkan sistem *proximity* dari sensor *turbidity* modul arduino dengan mendeteksi kekeruhan air dari jernih hingga keruh untuk mengetahui respon sensor terhadap perubahan kekeruhan (NTU) dengan metode regresi linier, sensor terlebih dahulu dihubungkan dengan Arduino Uno agar bias menampilkan nilai analog dan tegangan sensor melalui serial monitor Arduino IDE. Sedangkan alat ukur yang digunakan untuk mengetahui kekeruhan air adalah *HACH sc200*, pada pengujian komponen hardware dilakukan untuk mengurangi terjadinya error yang disebabkan pemasangan maupun tidak bekerjanya perangkat tersebut. Pengujian ini dirangkai sesuai dengan masukan tegangan analog menggunakan potensiometer untuk mengubah ubah tegangan supaya modul sensor bekerja akurat dan kalibrasi

menggunakan sampel dengan memasukkan nilainya sehingga pada sisi software dapat ditampilkan data pengukuran dari alat dengan benar.

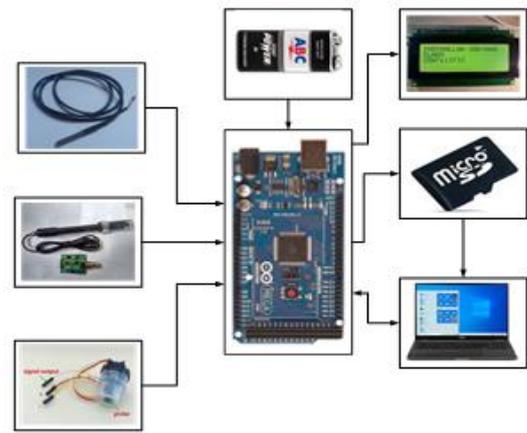
Pengujian software arduino mega 2560 dilakukan untuk mengontrol input ADC dari potensiometer kemudian memprosesnya menjadi data lalu mengirimkan ke komputer melalui serial monitor. ini merupakan bagian dari jendela arduino sebagai tampilan. Software jendela tersebut dilakukan untuk mengetahui data yang masuk dan diterima dari perangkat mikrokontroler ke komputer dengan kecepatan transfer data yang baik. Selanjutnya pengujian Arduino uno dapat menampilkan karakter pada modul LCD 20x4 dengan tambahan I2C LCD 20x4 ini memiliki empat baris dan setiap baris dapat menampilkan maksimal 20 karakter pada satu barisnya. Adapun langkah-langkah pengujian LCD yaitu Menghubungkan modul I2C LCD 20x4 ke pin SDA dan SCL pada Arduino uno, Memprogram Arduino uno untuk menampilkan karakter pada modul I2C LCD 20x4 dan Mengamati hasil tampilan pada LCD apakah sesuai dengan program.

3.2 Alur Penelitian

Dalam rancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

3.2.1 Diagram Blok Rangkaian

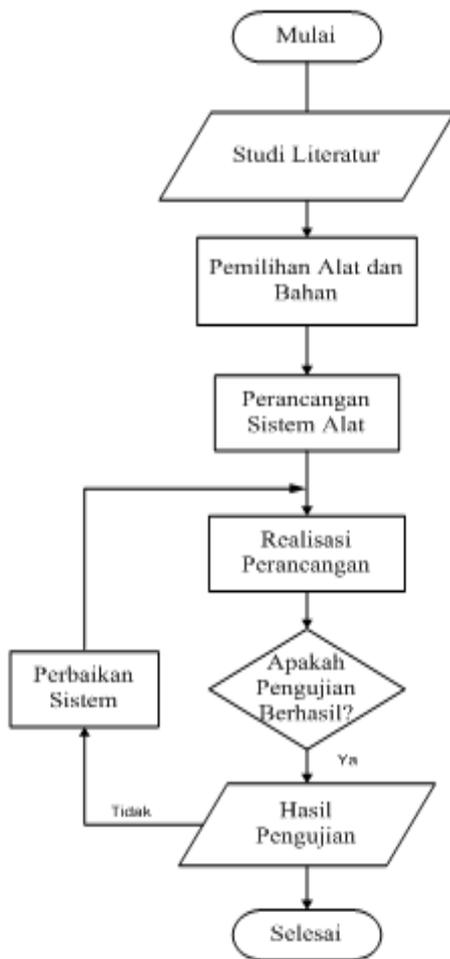
Secara umum, diagram blok perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 7 sebagai berikut



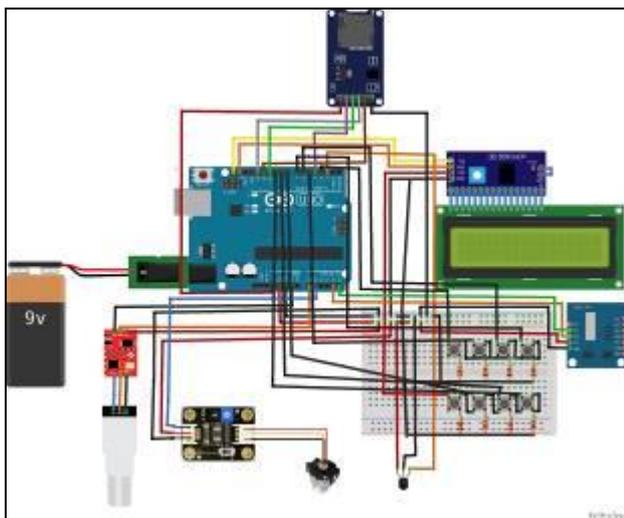
Gambar 7. Diagram Blok Desain Alat

Pada diagram blok dapat dilihat perangkat yang digunakan sebagai mikrokontroler yaitu Arduino Uno, dimana setiap modul sensor akan terhubung dengan mikrokontroler untuk menghasilkan keluaran sinyal analog, alat mendapat *supply* tegangan sebesar 9 volt. Yang berfungsi untuk pembacaan waktu akan dan setiap modul sensor akan tersimpan pada modul *SD card* dan akan di tampilkan pada LCD dan dapat dilihat pada serial monitor.

Flowchart sistem alat penelitian dapat dilihat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Flowchart Penelitian



Gambar 9. Rangkaian elektronika keseluruhan alat *monitoring*

Dari rangkaian tersebut dapat di implementasikan bahwa papan mikrokontroler Arduino uno memiliki pin analog, pin digital SDA dan SCL untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari papan mikrokontroler tersebut yang nantinya akan mendapat tegangan *input* 9 V.

Modul sensor pH, sensor suhu dan sensor *turbidity* akan mendapat tegangan *output* dari arduino uno untuk bekerja dan mengirim data melalui pin SDA dan SCL pada Arduino uno dimana data akan di tampilkan pada LCD dan tersimpan pada memory melalui SD *card* sebagai data *logger* pada penelitian ini dimana keseluruhan pin modul terhubung pada Vcc (5V), GND, pin analog dan digital mikroprosesor Arduino uno sehingga pembacaan keseluruhan dapat dilihat pada serial monitor pada *software* Arduino IDE.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sensor pH

Untuk mewujudkan langkah-langkah penelitian yang telah penulis susun, pengujian dilakukan kalibrasi dengan alat yang sudah standar. pertama tentang sensor pH yang telah dirakit, sensor pH yang digunakan penulis merupakan sensor dengan tipe pH meter 4502C yang kompatibel dengan arduino pengujian ini dilakukan untuk mengetahui respon sensor terhadap perubahan pH pada air, respon yang dimaksud adalah nilai tegangan sensor terhadap nilai pH. Dengan alat ukur yang telah terkalibrasi PH – 009 (1)A.dalam pengujian ini menggunakan 7 jenis cairan dengan nilai pH yang berbeda-beda. Cairan tersebut yaitu menggunakan buffer pH 4.01, buffer pH 6.86, buffer pH 9.18, air leminerale, air detergen, air aqua dan Air sumur, Pengujian kalibrasi dapat dilihat sebagai berikut maka dapat disusun tabel pengujian sebagai berikut.

Tabel 1. Tabel Validasi Sensor pH

No.	Sampel Cairan	PH – 009 (I)A	Sensor pH	Error (%)
1	Air Leminerale	7.02	7.07	0.70 %
2	Buffer 4.01	4.00	4.01	0,24%
3	Buffer 6.86	6.70	6.83	1.94%
4	Buffer 9.18	8.90	9.16	2.92%
5	Air Detergan	11.02	11.09	0.63 %
6	Air Sumur	6.80	6.85	0.73 %
7	Air Aqua	7.48	7.44	0.53 %
Rata-Rata				1.09 %

Pengukuran pada table 4.1 menggunakan PH powder dengan tiga nilai yang berbeda untuk tiap tingkat keasaman yaitu 4,01; 6,86; 9,18 yang terlihat pada gambar 4.1. dari hasil yang didapati pada pengujian PH dan dicatat pada table 4.1 didapati hasil pengukuran melenceng dengan rata-rata error sebesar 1.94%. jika dilihat dari hasil pengujian hasil dari pengukuran sensor tidak terlalu jauh dari hasil alat ukur PH – 009 (I)A.

4.3 Pengujian Sensor Suhu

Pada Pengujian untuk sensor suhu yang sudah dirakit ini peneliti menggunakan sensor DS18B20 yang komptibel dengan arduino dikalibrasikan dengan alat standar sensor TDS-3 sehingga dapat dilihat pengujian dengan alat standar.

Maka disusun tabel pengujian sebagai berikut.

Tabel 1. Pengujian Sensor Suhu

Metode pengujian dilakukan dengan empat sampel air dengan berbeda suhu, yang pertama air panas, yang kedua air biasa pada suhu normal, ketiga air dingin dan air Es yang sudah dimasukan ke dalam freezer.

4.4 Pengujian Sensor Turbidyty

Sensor kekeruhan berfungsi untuk mendeteksi tingkat keruh air limbah sawit hasil produksi dengan memanfaatkan sistem *proximity*

No.	Air Dalam Gelas	TDS -3 (°C)	Sensor Suhu (°C)	Rata-rata Sensor Suhu (°C)	Error (%)
1	Air Panas	59,5	57	56,8	4,5
			56		
			57		
			57		
			56		
			57		
			57		
2	Air Biasa	29,4	29	28,8	2,0
			29		
			29		
			28		
			28		
			29		
			29		
3	Air Dingin	17,6	17	16,9	3,9
			17		
			17		
			16		
			17		
			17		
			17		
4	Air Es	0.1	0.12	0.12	1,8
			0.14		
			0.12		
			0.13		
			0.12		
			0.12		
			0.13		
Rata-rata Error				3,05	

dari sensor *turbidity* modul arduino dengan mendeteksi kekeruhan air dari jernih hingga keruh. Adapun pengujian sensor dengan dikalibrasi alat standar sc200.

Pengukuran nilai kekeruhan dengan alat standar *HACH* sc200 terlihat pembacaan sebesar

28.35 NTU sedangkan pada alat yang dirakit penulis terdapat nilai kekeruhan sebesar 29,22 NTU, maka dari pengukuran tersebut dengan air yang sama penulis dapat mengkalibrasi alat dengan hasil pembacaan seperti tabel berikut ini

Tabel 2. Tabel Pengujian Sensor *Turbidity* air

Cairan Uji	Tegangan Sensor (V)	Sc200	Sensor <i>Turbidity</i>	Error (%)
Sampel 1	3,74	12,05	12,59	4,48
Sampel 2	3,67	28,35	29,21	3,06
Sampel 3	3,52	60,12	62,57	4,07
Sampel 4	3,42	90,36	92,37	2,22
Rata-rata Error				3,46

Dari hasil pengujian didapati hasil yang tertera pada tabel 2 dimana rata-rata error dari alat ukur dan alat standar sebesar 3,46 %.

Kalibrasi sensor dilakukan dengan mengkalibrasikan hasil tegangan dari NTU dan hasil yang dibaca multi meter dimana alat standar jadi patokan penulis dari tegangan keluaran modul sensor turbidity dengan metode regresi linier.

Rumus Regresi Linier

$y = a + b_x$, dimana

x = Variabel Respon (Nilai Tegangan Sensor)

y = Variabel Faktor (Kekeruhan)

a = Konsanta

b = Koefisien Regresi

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (1)$$

Rumus Koefisien Regresi

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (2)$$

No	x	y
1	3.74	12,05
2	3.67	28,35
3	3.52	60,12
4	3,42	90,36
Σ	14,3	190,88

Menghitung konstanta : (Sigdel, 2017)

$$\alpha = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

n = Jumlah Data = 4

$$\alpha = \frac{(190,88)(51,543) - (14,3)(669,77)}{4(51,543) - (14,3)^2}$$

$$\alpha = 907,28$$

Menghitung koefisien :

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{4(669,77) - (14,3)(190,88)}{4(51,543) - (14,3)^2}$$

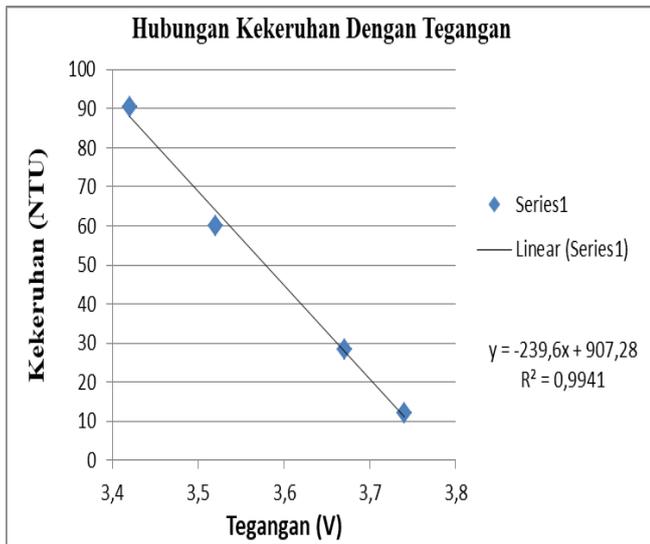
$$b = -239,6$$

Jadi persamaan linier sensor kekeruhan adalah :

$$y = \alpha + bX$$

$$y = 907,28 - 239,6X$$

Setelah mendapat persamaan kemudian rumus persamaan dimasukkan pada program, untuk melihat grafik hubungan *output* tegangan dengan sensor dapat dilihat pada Gambar 10 sebagai berikut



Gambar 10. Grafik Karakteristik Sensor Kekeruhan

4.6 Pengujian Sistem Penyimpanan Data Logger

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui modul *SD card* berfungsi dengan baik dalam perekaman data pembacaan setiap sensor dari hasil rancangan, alat yang telah dirancang memiliki system penyimpanan data berupa data logger dari *SD card* yang dipasangkan di *aduino* dengan modul *SD card* dengan respon rata-rata waktu pengirimannya pembacaan setiap sensor begitu cepat.

Pada Susunan dari penyimpanan data yang disusun dengan format *file csv*. urutan data yaitu, tanggal, waktu, ph, tegangan sensor kekeruhan, nilai keruh (NTU), suhu, sehingga mudah untuk disusun datanya untuk diteliti.

4.5 Pengujian Ke Lapangan

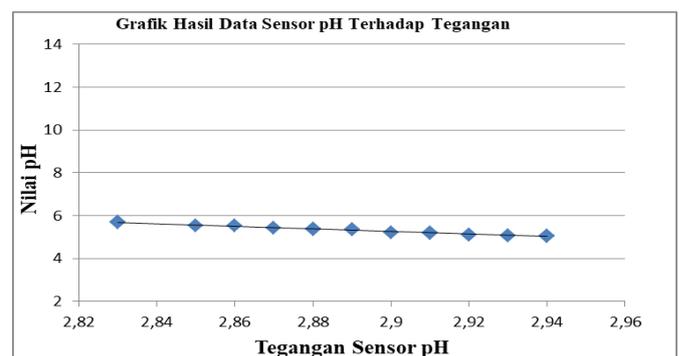
Lokasi pengujian dilakukan pada salah satu pabrik kelapa sawit di daerah Rokan Hulu, Riau dimana objek pengujian yaitu limbah cair pabrik kelapa sawit, lokasi pengujian dengan koordinat lokasi pengujian adalah sebagai berikut :

N : 00° 45' 47,1"

E : 100 ° 31' 16,2"

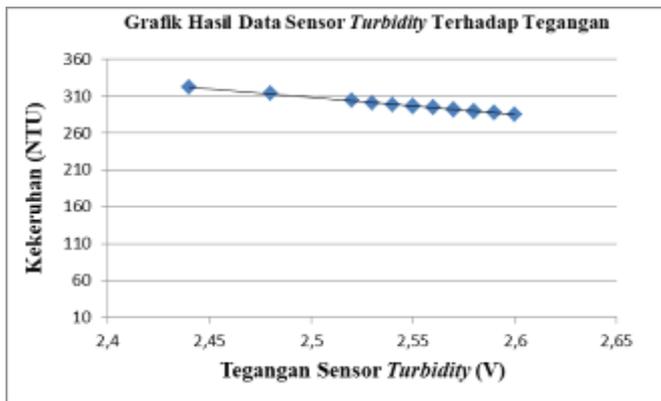
Dari hasil pengujian lapangan maka didapati grafik hasil dari pembacaan alat setiap sensor, dan hubungan sensor dengan *output* nilai tegangan (V)

Pada kedatangan penulis di salah satu Pabrik Kelapa Sawit (PKS) pada tanggal 15 September 2020, guna untuk melakukan uji sampel limbah yang ada di perusahaan tersebut, dengan menggunakan hasil sampel yang sudah diambil pada kolam pembuangan terakhir, hasil pengolahan maka dapat diuji alat yang dirakit dengan alat standar pH meter dan alat standar pengukur suhu air (TDS-3) serta alat standar kekeruhan sc200. Penulis juga menggunakan multi meter untuk melihat keluaran pada modul sensor yang disediakan. Maka dapat disimpulkan bahwa untuk nilai pH limbah dari percobaan pengujian limbah pada tiap 30 menit didapati hasil cenderung stabil pada pH 5,30, untuk suhu sebesar 32 °C dan tingkat kekeruhan 296 NTU.



Gambar 11. Grafik hubungan Sensor pH dengan Tegangan (V)

Pada grafik terlihat bahwa pengukuran nilai pH berbanding terbalik dengan *output* tegangan sensor dari grafik dapat artikan semakin tinggi tingkat keasamaan limbah cair kelapa sawit maka tegangan semakin kecil dapat dilihat dari pembacaan sensor pH dengan nilai paling tinggi 5,71 dengan *output* tegangan terendah dengan nilai tegangan 2,83 Volt.



Gambar 12. Grafik hubungan sensor Kekeruhan arduino dengan Tegangan (V)

Pada gambar grafik hasil pengukuran sensor arduino itu mendeteksi kekeruhan air limbah dengan kalibrasi dengan alat standar dan juga persamaan regresi linier. dimana grafik menunjukkan pembacaan tingkat kekeruhan semakin keruh limbah maka tegangan akan semakin kecil karena sensor memiliki Photo transmitter diode dan transistor yang bertindak sebagai penerima. Hasil grafik dari system monitoring dapat dilihat sebagai berikut

V. KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi dan analisa yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan:

Mikrokontroler mampu mengirim data sensor dengan merekam data (data logger) dan terlihat pada tampilan LCD.

Perancangan alat sistem monitoring limbah cair kelapa sawit pada sensor suhu yang telah dikalibrasi dengan alat standar memiliki rata-rata error sebesar 3,05 %, pada sensor pH memiliki error sebesar 1,09 % dan sensor kekeruhan memiliki error 3,46 %.

Hasil dari perekaman data logger dari monitoring limbah cair kelapa sawit rata rata pembacaan pada sensor pH sebesar 5,30 dengan rata rata tegangan sensor pH sebesar 2,89 Volt. Rata- rata pada

pembacaan sensor kekeruhan sebesar 296 NTU dengan rata-rata tegangan 2,55 Volt.

Dapat diketahui karakteristik sensor suhu sebaiknya di gunakan pada $<40^{\circ}\text{C}$. Hasil Rata-rata pembacaan pada sensor suhu sebesar 32°C .

DAFTAR PUSTAKA

Endra, R. Y. (2020) *Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak*, UBL Jurnal, Vol 7, No.6, E-ISSN 2686-1831, Universitas Bandar Lampung, pp. 7-8.

Muksal (2019) *Kualitas Air Monitoring & Analisis Menggunakan IOT*, JETIR, Vol 6, Edisi 5, ISSN 2349 53621, Institut Teknologi Padodar, India, pp. 67-70.

Muliadi, D. (2015) *Sistem Monitoring Pada Produksi Biogas Dari Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan Mikrokontroler Arduino Mega 2560*, Jurnal Universitas Sumatera Utara, ENSIKOM, Vol 7, pp. 7-8.

Novitasari, D. A. A., Triyanto, D. and Nirmala, I. (2018) *Rancang Bangun Sistem Monitoring pada Limbah Cair Industri Berbasis Mikrokontroler dengan Antarmuka Website*, Coding Jurnal, Universitas Tanjungpura, Vol 06, No.3, ISSN: 2338-493X, Komputer dan Aplikasi Untan, pp. 43-45.

Sigdel, B. (2017) *Water Quality Measuring Station*, IRJET, Vol 6, No.8, e-ISSN: 2395-0056, Helsinki Metropolia University Of Aplied Sciences, Mumbai, Maharashtra, India, pp. 17-18.

Rozaq, Imam Abdul. (2017) *Uji Karakteristik Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air*, JIRIME, Universitas Muriakodus,

ISBN: 978-602-1180-50-1, Prosiding SNATIF, pp. 1-2.

Srinivasa Akhil, V. *et al.* (2018) *Water Quality Parameter Guidelines And The Selection Of Microcontroller For The Monitoring Of Aquaculture System*, A Review, Vol 7, ISSN: 2277-3878, IJRTE, International Journal of Recent Technology and Engineering, 7(4), pp. 118–122.

Sulistyo, M. T. (2019) *Sistem Pengukuran Kadar Ph , Suhu , Dan Sensor Turbidity Pada Limbah Rumah Sakit Berbasis Arduino Uno*, ELEKTRIKA, Vol 3, No.5, ISSN: 2597-7299, Institut Teknologi Nasional Malang, pp. 2–3.

Syafira, A. (2017) *Analisis Pengelolaan Limbah Cair Kelapa Sawit Di Pabrik Pt . X Tahun 2017*, KESMAS, Universitas Sumtra Utara, Repositori Institut USU, Medan, pp. 15-17.