

Perancangan Alat Monitoring *Turbidity* Berbasis Mikrokontroler Pada *Clarifier Tank* Di Pabrik Kelapa Sawit Sungai Rungau

Putra Kristian^{1,1*}, Hanifadinna¹, Novelita Wahyu Mondamina²

¹Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

Abstrak. *Clarifier Tank* adalah salah satu tangki di Stasiun *Water Treatment Plant* pada Pabrik Kelapa Sawit Sungai Rungau. Air keluaran dari *Clarifier Tank* akan diukur tingkat kekeruhannya (*turbidity*) dalam satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) dengan standar air di bawah 3 NTU. Sampel air dari *Clarifier Tank* akan dibawa ke laboratorium untuk diukur menggunakan *Turbidity Meter* dan hanya dilakukan dua kali sehari. Atas dasar itu, perlu dirancang alat monitoring *turbidity* secara *real time* di *Clarifier Tank* agar *turbidity* dapat diketahui setiap saat. Metode pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yaitu studi literatur, observasi lapangan, dan wawancara. Alat dibuat dengan menggunakan Arduino Uno R3 sebagai Mikrokontroler, *Micro SD Card Datalogger* sebagai penyimpan data, dan *LCD Keypad Shield* sebagai penyaji data. Hasil penelitian menunjukkan alat monitoring dapat berjalan dengan baik dan dapat membantu dalam memonitor dan kontrol *turbidity* dengan eror yang rendah yaitu dibawah 4% dan hasil pengumpulan data menunjukkan *Datalogger* dapat menyimpan data setiap menitnya dengan baik. Perhitungan biaya pembuatan alat monitoring *turbidity* ini yaitu sebesar Rp.443.500,00 yang jika dibandingkan dengan alat komersial di Laboratorium yaitu *turbidity meter*, alat monitoring ini jauh lebih murah.

Kata Kunci : *Clarifier Tank*, Monitoring *Turbidity*, Mikrokontroler, Sensor *Turbidity*



1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pabrik kelapa sawit memiliki instalasi pemurnian air yang disebut *Water Treatment Plant* yang berfungsi untuk memurnikan air agar layak dipakai dan sesuai dengan standar untuk kebutuhan air boiler dan untuk kebutuhan domestik. Secara umum *Water Treatment Plant* dibagi menjadi dua bagian yaitu *External Water Treatment* yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan padatan tersuspensi (*total suspended solid*) dalam air dan *Internal Water Treatment* yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan padatan terlarut (*total dissolved solid*) dan kandungan gas terlarut (*total dissolved gas*).

Pabrik kelapa sawit memiliki instalasi pemurnian air yang disebut *Water Treatment Plant* yang berfungsi untuk memurnikan air agar layak dipakai dan sesuai dengan standar untuk kebutuhan air boiler dan untuk kebutuhan domestik. Secara umum *Water Treatment Plant* dibagi menjadi dua bagian yaitu *External Water Treatment* yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan padatan tersuspensi (*total suspended solid*) dalam air dan *Internal Water Treatment* yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan padatan terlarut (*total dissolved solid*) dan kandungan gas terlarut (*total dissolved gas*).

Analisa *turbidity* pada *clarifier tank* di PKS Sungai Rungau hanya dilakukan satu kali dalam satu *shift* dengan cara pengambilan sampel terlebih dahulu dan kemudian dibawa ke laboratorium untuk diukur menggunakan *turbidity meter*. Cara ini dinilai kurang efektif dan efisien karena memakan banyak waktu dan data yang didapat terlalu sedikit. Maka dari itu penulis merancang alat monitor secara *realtime* agar dapat memudahkan dalam memonitor air.

^{1*} Corresponding author: putrakristian.pr@gmail.com

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara membuat alat monitoring *turbidity* di *Clarifier Tank* pada PKS Sungai Rungau ?
2. Bagaimana performa dari alat monitoring *turbidity* di *Clarifier Tank* pada PKS Sungai Rungau ?
3. Berapa kisaran biaya pembuatan alat monitoring *turbidity* ini ?

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk:

1. Merancang alat untuk memonitor *turbidity* di *Clarifier Tank* pada PKS Sungai Rungau.
2. Mengetahui performa dari alat monitoring *turbidity* di *Clarifier Tank* pada PKS Sungai Rungau.
3. Menghitung kebutuhan biaya untuk merancang alat monitoring *turbidity* di *Clarifier Tank* pada PKS Sungai Rungau.

2. Landasan Teori

2.1 Stasiun *Water Treatment Plant*

Water Treatment Plant merupakan serangkaian unit pengolahan air untuk kebutuhan proses dan domestik. Untuk proses pengolahan, pabrik kelapa sawit membutuhkan air yang bersih sebagai air umpan boiler serta kebutuhan air di setiap stasiun. Sumber air dengan kualitas yang diinginkan jarang ditemui secara langsung, sehingga perlu adanya pengolahan air agar didapatkan air dengan kualitas yang diinginkan.

2.2 *Clarifier Tank*

Clarifier Tank Merupakan tangki yang berfungsi untuk menampung air yang telah diinjeksikan dengan bahan kimia untuk menggumpalkan floc di dalam air yang nantinya floc akan terperangkap ke sludge blanket. Air di *Clarifier Tank* ini memiliki standar *turbidity* (kekeruhan) <3 NTU, yang mana jika semakin tinggi dapat diartikan kekeruhan dan total *suspended solid* pada air tinggi sehingga air umpan boiler dan air untuk kebutuhan *domestic* akan kotor. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kurangnya dosis bahan kimia atau terdapat kerusakan pada *dosing pump*.



Gambar 1. *Clarifier Tank*

2.3 Instrumentasi dan Pengukuran

2.3.1 Pengukuran

Pengukuran adalah proses membandingkan suatu besaran dengan besaran lain yang sejenis dan dipakai sebagai satuan. Pengukuran digunakan untuk menentukan besaran, dimensi, atau kapasitas terhadap suatu standar atau satuan ukur. Pengukuran juga dapat diartikan sebagai pemberian angka terhadap suatu atribut atau karakteristik tertentu yang dimiliki oleh seseorang, hal, atau objek tertentu menurut aturan atau formulasi yang jelas dan disepakati [1].

Sebuah sistem pengukuran dibuat untuk menyediakan informasi mengenai nilai fisik beberapa variabel yang diukur. Sistem pengukuran yang kompleks terdiri atas beberapa elemen-elemen terpisah atau disebut dengan instrumen pengukuran [2].



Gambar 2. Elemen Sistem Pengukuran

2.3.2 Instrumentasi

Instrumentasi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari dan mengaplikasikan pengukuran dan pengendalian variabel proses untuk mencapai tujuan sesuai dengan bidangnya (produksi, manufaktur, dan sebagainya). Sedangkan instrumen adalah alat yang dipakai untuk melakukan pengukuran variabel tersebut. Variabel proses yang dimaksud adalah level, tekanan, temperatur, flow rate, humiditas, pH, komposisi, dan lainnya. Variabel proses tersebut adalah objek yang dimanipulasi atau direkayasa untuk memanipulasi variabel proses lainnya. Hal tersebut disebut dengan pengendalian atau kontrol.

2.4 Sistem Monitoring

2.4.1 Mikrokontroler (Arduino Uno)

Mikrokontroler merupakan sebuah komputer kecil yang dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat *INPUT* dan *OUTPUT* yang dapat diprogram. Dalam pengaplikasiannya, Pengendali Mikro ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis, pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya.

Arduino Uno adalah salah satu *development* mikrokontroler yang berbasis pada *ATmega28*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, *Board* Arduino Uno dihubungkan ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan *AC to DC* atau baterai untuk menjalankannya.[3]



Gambar 3. Arduino Uno [4]

2.4.2 Sensor Turbidity

Sensor *Turbidity* mengukur kekeruhan di dalam air dengan menggunakan cahaya untuk mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan mengukur transmisi cahaya dan tingkat hamburan, yang berubah dengan jumlah total padatan tersuspensi (TSS) dalam air. Dengan meningkatnya TSS, tingkat kekeruhan cairan meningkat. Sensor kekeruhan dapat digunakan untuk mengukur kualitas air di sungai, pengukuran air limbah dan efluen, instrumentasi kontrol untuk pengendapan kolam, penelitian angkutan sedimen dan pengukuran laboratorium. Sensor kekeruhan ini menyediakan mode keluaran sinyal analog dan digital. Potensiometer sensor *turbidity* dapat disesuaikan untuk *output* analog. Semakin tinggi sinyal analog *output* yang didapat, maka semakin rendah kekeruhan di dalam air tersebut dan begitu juga sebaliknya. Hubungan sinyal *output* dan kekeruhan bisa dilihat pada grafik di bawah ini [5].



Gambar 4. Sensor *Turbidity*

2.4.3 LCD Keypad Shield

LCD Keypad Shield merupakan board yang dikembangkan untuk Arduino, untuk menyediakan antarmuka yang mudah digunakan dan memungkinkan pengguna mengakses menu, membuat pilihan, dan lain – lain.



Gambar 5. *LCD Keypad Shield* [6]

2.4.4 Data Logging

Datalogger merupakan sebuah alat elektronik yang dipakai untuk mencatat data dari waktu ke waktu yang terintegrasi dengan sensor serta instrumen lain. Media penyimpanan data *datalogger* ini menggunakan *microSD Card* dengan modul interface-nya.



Gambar 6. SD Card Datalogger Shield

2.4.5 Software Arduino IDE

IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*, atau bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi – fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman.



Gambar 7. Software Arduino IDE

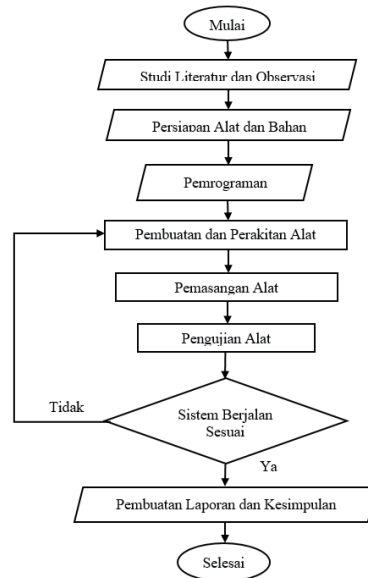
3. Metode Penelitian

3.1 Metode Pengumpulan Data

Beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

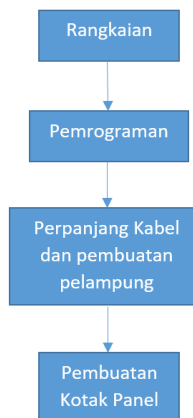
- a) Studi Literatur
Pengumpulan data dengan mencari beberapa referensi dan sumber terkait informasi tentang sistem pengukuran, komponen yang digunakan, dan rangkaian dari alat yang dibuat.
- b) Observasi
Pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung cara pengambilan data *turbidity* oleh sorter 2 laboratorium.
- c) Wawancara
Pengumpulan data dengan wawancara dilakukan sebelum dan sesudah alat terpasang sebagai pengakuan secara langsung dari pihak yang terkait dengan penelitian ini.

3.2 Alur Prosedur Penelitian



Gambar 8. Diagram Alur Prosedur Penelitian

3.3 Metode Perancangan Alat



Gambar 9. Alur Metode Perancangan Alat

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Perancangan dan Pemasangan Alat

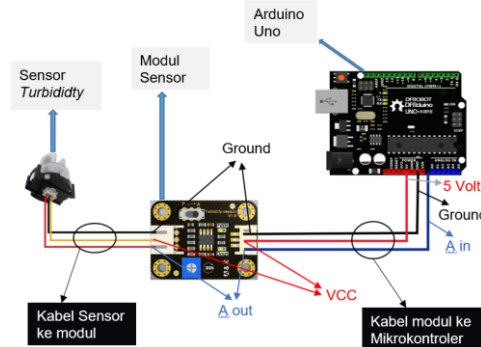
Hasil perancangan alat monitoring *turbidity* di *clarifier tank* terdiri dari beberapa komponen utama seperti mikrokontroler, sensor, dan *power supply*. Komponen – komponen ini dirangkai pada satu kotak panel yang berukuran 18x9x8 cm agar terlindung dari hujan dan diletakkan di atas *handrail* dengan cara dilas. Kemudian dibagian depan kotak panel dipasang akrilik berukuran 18x9 cm untuk memudahkan dalam melihat layar *LCD*. Kotak panel dilakukan pengecatan agar kotak panel tidak mudah berkarat.



Gambar 10. Alat Terpasang

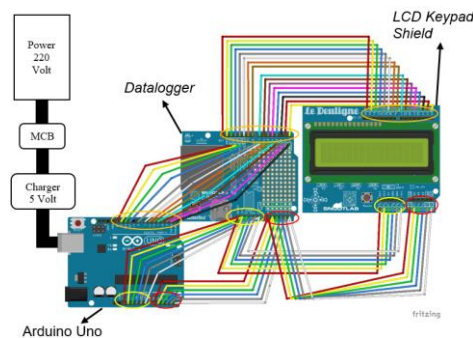
4.1.1 Rangkaian Elektronika

Gambar 11 menjelaskan rangkaian sensor *turbidity* dengan mikrokontroler. Pin ground modul sensor dihubungkan ke pin ground Arduino uno, pin vcc modul sensor dihubungkan ke 5 volt Arduino uno, dan pin analog *output* modul sensor dihubungkan ke pin analog *input* Arduino uno.



Gambar 11. Hubungan antara sensor turbidity, modul sensor dan Mikrokontroler

Gambar 12 menjelaskan rangkaian mikrokontroler, datalogger, LCD Keypad Shield dan power supply. Modul – modul dihubungkan dengan cara menyambungkan Lingkaran kuning yaitu pin power dihubungkan satu sama lain.



Gambar 12. Hubungan antara power supply, mikrokontroler, datalogger dan LCD Keypad Shield

4.1.2 Sensor

Kabel sensor *turbidity* diperpanjang dengan cara disolder agar panel bisa diletakkan berjauhan dari sensor yang masuk ke dalam air (Gambar 13). Kabel *input* sensor disambung ke Arduino melalui lubang pada bagian bawah kotak panel. Sensor Arduino dipasang gabus yang berfungsi sebagai pelampung agar sensor dapat mengapung dan menjaga sensor agar tidak kemasukan air. Gabus berukuran 20x20 cm dan direkatkan pada sensor menggunakan *red silicone* (Gambar 14).



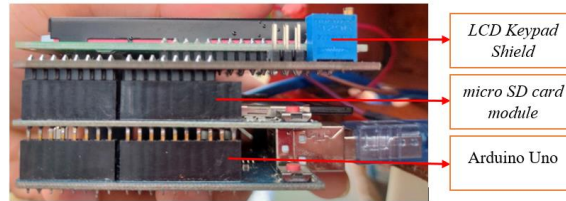
Gambar 13. Kabel yang telah diperpanjang



Gambar 14. Gabus sebagai pelampung

4.1.3 Mikrokontroler

Arduino, *micro SD card module*, dan *LCD Keypad Shield* disambung satu sama lain dengan menghubungkan pin masing – masing modul (Gambar 4. 6). Kemudian rangkaian tersebut dipasang di dalam kotak panel dengan cara dibaut ke dinding bagian dalam kotak panel (Gambar 4. 7).



Gambar 15. Rangkaian Arduino dengan micro SD card module dan LCD Keypad Shield



Gambar 16. Rangkaian terpasang di dalam kotak panel

4.2 Pengumpulan Data dengan *Datalogger*

Data *turbidity* tersimpan pada *micro sd card datalogger* setiap 1 menit sekali, yang berarti data tersimpan sebanyak 60 data setiap jamnya dan 1440 data setiap harinya. Data yang telah tersimpan setiap menit dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 1. Data Tersimpan setiap menit dalam satuan NTU

2,2	2,3	2,2	2,3	2,3	2,3
2,8	2,2	2	2,2	2,3	2,2
2,3	2,1	1,9	2,2	1,9	1,9
2,1	2,1	2,2	1,9	2,1	2,2
2,1	2	1,9	1,9	2,1	1,9
2	1,9	2,1	2	1,9	2
2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	2,1
2,2	2,1	2	2,3	2	2,3
2,2	2,1	1,9	2,3	1,9	2,2
2	2,1	2,2	2,3	2,1	2,1

Tabel 1 menunjukkan data yang telah tersimpan setiap menitnya pada pukul 15.00 – 15.59 WIB 13 Juni 2022. Data setiap menit dibaca mulai dari kiri atas ke kanan atas dan dilanjutkan ke bawah dengan cara yang sama. Data ini masih berbentuk file *.txt* dan dapat dikonversi atau di-*copy paste* ke dalam *microsoft excel* agar dapat dicari rata-rata (*mean*) dari data tersebut. Data yang telah tersimpan kemudian dicari rata-ratanya untuk setiap jam dan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

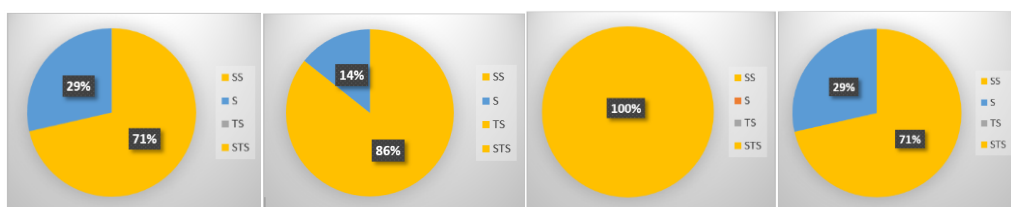
Tabel 2. Data tersimpan setiap jam

Waktu	Rata – rata Turbidity Alat per jam dalam satuan NTU	Turbidity Laboratorium per shift dalam satuan NTU
07.00	1,9	
08.00	2	
09.00	2	
10.00	2,2	
11.00	2	
12.00	2,2	
13.00	1,9	
14.00	1,8	
15.00	2,1	2,12
16.00	3,8	
17.00	2,5	
18.00	1,9	
19.00	2	
20.00	2	
21.00	2	2,03
22.00	1,6	
23.00	1,9	
00.00	2,1	
01.00	2	
02.00	1,9	
03.00	2	
04.00	2,3	
05.00	2,1	
06.00	2	
07.00	2,3	

Tabel 2 menunjukkan data tersimpan yang telah dirata – rata tiap jamnya secara manual dalam 1 hari pada tanggal 13 Juni 2022. Tabel 2 juga membandingkan data yang tersimpan menggunakan alat dengan data yang diambil secara manual oleh sorter laboratorium. Pada tabel tersebut dapat dilihat perbedaan kuantitas data yang didapat karena sorter laboratorium hanya mengambil data turbidity setiap 1 kali dalam 1 shift. Dengan sedikitnya pengambilan data ini, maka pengontrolan turbidity juga semakin sulit dilakukan. Sebagai contoh pada tabel 2 didapat data turbidity pada pukul 16.00 WIB berada di angka 3,8 NTU yang berarti turbidity berada jauh di atas standar yaitu <3 NTU. Dengan diketahui bahwa turbidity sudah jauh di atas standar, maka operator pun dapat dengan cepat mengambil tindakan seperti mengecek syphon pada selang chemical, atau mengecek pompa chemical. Jika dibandingkan dengan tanpa adanya alat ini, maka operator pun tidak dapat mengecek dan mengontrol turbidity setiap saat.

4.3 Data Hasil Kuesioner

Kuesioner berisi pertanyaan atau penilaian yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi dari responden. Pada penelitian ini, kuesioner dibuat untuk mengetahui tanggapan dari operator, analis dan asisten mengenai alat monitoring yang telah dipasang.



Gambar 17. Data Hasil Kuesioner

- Poin 1 (Memudahkan dalam memonitor turbidity)
- Poin 2 (Memudahkan dalam mengumpulkan dan menyimpan data turbidity)
- Poin 3 (Inovasi yang baik untuk PKS)
- Poin 4 (Pengembangan alat)

Dari enam responden memberikan penilaian rata-rata S-SS (Setuju dan Sangat Setuju). Secara Umum, hasil pembuatan alat monitoring *turbidity* sudah cukup baik dan dapat berjalan dengan lancar dalam memonitor dan menyimpan data *turbidity*.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari perancangan alat monitoring turbidity ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perancangan dan pemasangan alat monitoring *turbidity* secara *realtime* di *Clarifier Tank* pada Pabrik Kelapa Sawit Sungai Rungau telah dilakukan. Alat monitoring ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan sensor *turbidity* sebagai pendeteksi *turbidity* air.
2. Alat monitoring dapat menyimpan data *turbidity* di *clarifier tank* dengan baik dan data tersimpan setiap menitnya dengan benar menggunakan *datalogger*.
3. Pembuatan alat monitoring *turbidity* ini menggunakan biaya sebesar Rp.443.500 yang jika dibandingkan dengan alat komersial di laboratorium yaitu *turbidity* meter, alat ini jauh lebih murah

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari perancangan alat monitoring *turbidity* ini, dapat diberikan beberapa saran untuk keberlanjutan alat ini yaitu :

1. Disarankan untuk memperpanjang kabel sensor menggunakan kabel *fiber optic* agar kotak panel dapat dipasang pada bagian bawah tangki sehingga lebih memudahkan dalam melihat layar *LCD*
2. Alat ini masih bisa dikembangkan menggunakan NodeMCU dan aplikasi *Blynk* agar memonitor dapat dilakukan lebih mudah melalui *smartphone* yang mana dalam hal ini sudah memasuki ranah *Internet of Things* (IOT) dan revolusi industri 4.0
3. Disarankan menggunakan *mean* dari data monitoring per – harinya sebagai acuan untuk menentukan dosis bahan kimia air pada *Clarifier Tank*
4. Disarankan menggunakan panel surya sebagai alternatif *power supply* sebagai antisipasi jika *power supply* dari pabrik mati

Referensi

- [1] “Pengertian Pengukuran dan Jenisnya,” *Kelas Pintar*, Jul. 20, 2020.
<https://www.kelaspintar.id/blog/edutech/pengertian-pengukuran-dan-jenisnya-5901/> (accessed Jul. 27, 2022).
- [2] “Pengukuran_Teknik_dan_Instrumentasi.pdf.” Accessed: Jul. 27, 2022. [Online].
Available: https://mesin.ulm.ac.id/assets/dist/bahan/Pengukuran_Teknik_dan_Instrumentasi.pdf
- [3] elektro, “Apa Itu Arduino Uno Jurusan Elektro Terbaik di SUMUT,” *Jurusan Elektro Terbaik di SUMUT*, Nov. 30, 2020.
<https://elektro.uma.ac.id/2020/11/30/apa-itu-arduino-uno/> (accessed Sep. 06, 2022).
- [4] “Rancang Bangun Alat Pengukur Tekanan Darah Dan Denyut Jantung Berbasis Arduino Nano Dengan Bentuk Keluaran Teks, Suara & Cahaya.”
<https://docplayer.info/207173128-Rancang-bangun-alat-pengukur-tekanan-darah-dan-denyut-jantung-berbasis-arduino-nano-dengan-bentuk-keluaran-teks-suara-cahaya.html> (accessed Aug. 07, 2022).
- [5] “Turbidity_sensor_SKU__SEN0189-DFRobot.”
https://wiki.dfrobot.com/Turbidity_sensor_SKU__SEN0189 (accessed Aug. 07, 2022).
- [6] “LCD Keypad Shield - Elecrow.”
https://www.elecrow.com/wiki/index.php?title=LCD_Keypad_Shield (accessed Aug. 07, 2022).
- [7] “Datalogger,” *Meteo Nusantara Instrumen*.
<https://meteonusantara.com/datalogger/> (accessed Aug. 07, 2022).
- [8] “How to Use a Datalogger,” *Arduino Project Hub*.
<https://create.arduino.cc/projecthub/MisterBotBreak/how-to-use-a-datalogger-ffd5f4> (accessed Aug. 07, 2022).
- [9] “Penggunaan Arduino IDE – Menara Ilmu Mikrokontroler.”
<https://mikrokontroler.mipa.ugm.ac.id/2018/10/02/penggunaan-arduino-ide/> (accessed Aug. 07, 2022).
- [10] “Tutorial Arduino * IDE,” *Intel*.
<https://www.intel.com/content/www/id/id/support/articles/000006321/boards-and-kits/intel-galileo-boards.html> (accessed Aug. 07, 2022).
- [11] “Pengertian Power Supply adalah: Fungsi, Jenis, Komponen, Cara Kerja,” *Pengertian dan Definisi Istilah*, Jan. 19, 2018.
<https://www.maxmanroe.com/vid/teknologi/komputer/pengertian-power-supply.html> (accessed Jul. 28, 2022).
- [12] Sinarmas Agribusiness and Food. 2018. Standar Operasional Prosedur Pengolahan Pabrik Kelapa Sawit. SOP/SMART/MCMD/I/TM-PKS. Jakarta.