

Perancangan *Water Level Monitoring* Pada *Raw Water Tank* Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Nodemcu Dan Aplikasi Blynk Di Sungai Kupang Mill

Onky Dwi Wardana^{1,1*}, Hanifadinna², Novelita Wahyu Mondamina³

^{1,1*}Mahasiswa, e-mail : onkywardana3@gmail.com

²Dosen pembimbing, e-mail : hanifadinna@gmail.com

³Dosen pembimbing, e-mail : novelitawm@gmail.com

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

Abstrak. Kegiatan *monitoring* atau pengecekan pada *raw water tank* di pabrik kelapa sawit Sungai Kupang dilakukan dengan mengandalkan bandul ukur level dan sirine indikator. Kedua alat ini sering mengalami masalah sehingga menjadi kendala dalam kegiatan *monitoring*. Berdasarkan masalah tersebut maka dibuatlah alat tambahan untuk kegiatan *monitoring* level air dengan mengandalkan internet sebagai media penghubungnya atau disebut *Internet of Things*. Bertujuan untuk memudahkan kegiatan *monitoring* dengan akses secara jarak jauh dan dapat mengirimkan pemberitahuan level rendah pada *smartphone* penggunanya. Alat ini memanfaatkan konsep pengukuran yaitu suatu kegiatan membandingkan antara besaran dengan besaran acuan dimana tersusun dari beberapa komponen yaitu sensor ultrasonik HY-SRF05 sebagai pendeteksi ketinggian permukaan air, NodeMCU Esp8266 sebagai pemroses data, aplikasi Blynk dan LCD Keypad sebagai penampil data, *module datalogger* sebagai penyimpan data, serta komponen *power supply*. Data diperoleh dengan menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif untuk mengetahui data yang berupa nominal atau berupa deskripsi. Hasil pengujian alat didapatkan *error* minimal 0,03% dan maksimal 3,89% dengan interval selisih 0,14 – 8,63 cm. Alat ini dapat memudahkan operator dalam melakukan *monitoring* level air pada *raw water tank* dengan akses jarak jauh dan dapat mengirimkan pemberitahuan level rendah serta dapat digunakan sebagai alternatif kegiatan *monitoring* selain mengandalkan alat yang telah terpasang sebelumnya.

Kata Kunci : *Monitoring, level, raw water tank, Internet of Things*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dimanfaatkan di berbagai bidang kegiatan, contohnya pada bidang industri atau yang dikenal dengan revolusi industri 4.0. Hal ini menyebabkan banyak terjadinya perubahan proses produksi pada industri yang sebelumnya masih secara manual atau tradisional untuk menjalankannya^[18]. Salah satu industri yang dapat menerapkan revolusi industri 4.0 adalah pada pabrik kelapa sawit. Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan industri yang mengolah Tandan Buah Segar (TBS) untuk dijadikan CPO (*Crude Palm Oil*) dan PKO (*Palm Kernel Oil*) dengan berbagai tahapan proses pengolahan yang ada di dalamnya. Salah satu proses yang cukup penting di pabrik kelapa sawit adalah proses pengolahan air (*water treatment plant*). Proses pengolahan air diawali dengan pengambilan sumber air dari sungai untuk selanjutnya ditampung pada waduk. Air dari waduk akan dipompakan ke *raw water tank* untuk digunakan keperluan proses (pendingin turbin, pembersihan stasiun, dan sebagainya) dan perumahan karyawan. Ketersediaan air pada *raw water tank* akan mempengaruhi berjalannya proses produksi khususnya pada turbin yang akan *trip* jika air pendingin tidak ada. Oleh karena itu, pengecekan atau *monitoring* ketersediaan air menjadi hal penting. *Monitoring* level air pada *raw water tank* di PKS Sungai Kupang Mill (SKPM) menggunakan bandul ukur level dan sirine sebagai indikatornya. Pemakaian alat ini tidak terlalu efektif karena sering tersangkut dan putus. Hal ini membuat operator tidak mengetahui secara langsung berapa level air pada tangki terlebih jika sirine juga mengalami gangguan atau suara tidak terdengar. Berdasarkan

^{1*} Corresponding author: onkywardana3@gmail.com

permasalahan tersebut, akan dilakukan pembuatan alat alternatif untuk dapat memonitor dan memberikan indikasi pada *raw water tank*. Alat ini memanfaatkan koneksi internet untuk memantau kondisi level air. Sehingga operator dapat memonitor dan akan menerima indikasi level rendah melalui *handphone* atau *smartphone*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, didapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara membuat alat untuk *monitoring* ketinggian air pada *raw water tank* selain alat yang sudah terpasang?
2. Bagaimana cara mengetahui kondisi level rendah pada *raw water tank* ketika tidak berada di dekat objek?
3. Bagaimana pengaruh setelah pemasangan alat terhadap kegiatan *monitoring* ketinggian air pada *raw water tank*?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut adapun tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut :

1. Membuat alternatif alat untuk *monitoring* ketinggian air pada *raw water tank* selain alat yang sudah terpasang.
2. Memberikan peringatan kondisi level rendah pada *raw water tank* dengan alat yang bisa diakses dimana saja.
3. Mengetahui pengaruh setelah pemasangan alat terhadap kegiatan *monitoring* ketinggian air pada *raw water tank*.

2. Landasan Teori

2.1. Raw Water Tank

Raw water tank adalah sebuah tangki yang digunakan untuk menampung sementara air dari waduk sebelum diumpankan ke pabrik maupun domestik. Di PKS Sungai Kupang *Mill*, tangki ini memiliki volume total 97,97 m³ dengan sistem pengisian otomatis menggunakan bandul. Memiliki bandul ukur level dan sirine indikator sebagai sistem monitoring air dalam tangki.



Gambar 1. Sirine Indikator



Gambar 2. Bandul Ukur Level

2.2. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep di mana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia atau dari manusia ke komputer [3].

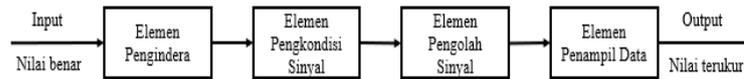
2.3. Sistem Monitoring

Sistem *monitoring* atau sistem pengawasan adalah suatu upaya yang sistematis untuk menetapkan kinerja standar pada perencanaan untuk merancang sistem umpan balik informasi [7], untuk membandingkan

kinerja aktual dengan standar yang telah ditentukan, untuk menetapkan apakah telah terjadi suatu penyimpangan tersebut, serta untuk mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan untuk menjamin bahwa semua sumber daya telah digunakan seefektif dan seefisien mungkin guna mencapai tujuan yang diinginkan [21].

2.4. Pengukuran

Pengukuran adalah kegiatan membandingkan suatu besaran dengan besaran yang dianggap sebagai acuan atau besaran standar [11]. Sistem pengukuran yang kompleks terdapat beberapa elemen yang tersusun pada sistem pengukuran.



Gambar 3. Struktur Sistem Pengukuran [13]

a. Elemen Pengindera

Merupakan elemen yang berkontak langsung dengan proses atau biasa disebut sensor.

b. Elemen Pengkondisi Sinyal

Elemen ini mengambil *output* dari elemen pengindera dan mengubahnya ke bentuk yang lebih sesuai (tegangan atau frekuensi) untuk pengolahan lebih lanjut.

c. Elemen Pengolah Sinyal

Elemen ini mengambil *output* elemen pengkondisi sinyal dan mengubahnya ke dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pengguna.

d. Elemen Penampil Data

Elemen ini menampilkan nilai terukur dalam bentuk yang dapat dimengerti oleh pengguna.

2.5. Sensor Ultrasonik HY-SRF05

Sensor ultrasonik digunakan sebagai elemen pengindera, merupakan sensor yang memiliki unit pemancar dan penerima yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di depannya [17]. Berikut persamaan yang digunakan untuk sensor ultrasonik :

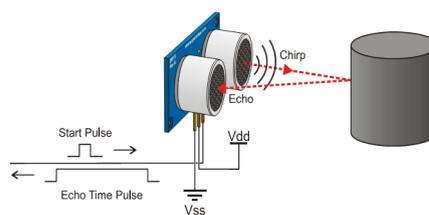
$$s = \frac{v \times t}{2} \quad (1)$$

Keterangan :

s = Jarak objek (m)

v = Cepat rambat gelombang (340 m/s atau 0.034 cm/ μ s)

t = Selisih waktu (s)



Gambar 4. Cara Kerja Sensor Ultrasonik [14]

2.6. NodeMCU Esp8266

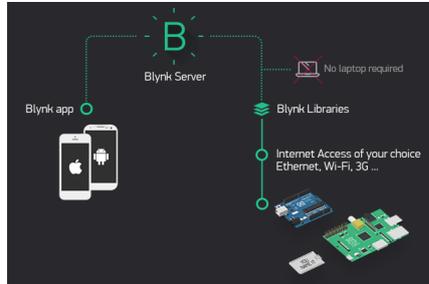
NodeMCU adalah sebuah *platform* IoT yang bersifat *open source*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* ESP8266 yang dapat terhubung dengan koneksi internet. NodeMCU akan memproses keluaran dari sensor atau sebagai elemen pengolah sinyal.



Gambar 5. NodeMCU Esp8266 [16]

2.7. Penampil Data

Penampil data pada alat ini digunakan LCD 16x2 dan aplikasi Blynk. LCD memiliki konfigurasi 16 kolom dan 2 baris dengan I2C *module* sebagai penyederhana pin LCD yang cukup banyak. Aplikasi Blynk dapat dipasang pada *smartphone* untuk menghubungkan pengguna dengan alat. Blynk memiliki 3 elemen penting yaitu *App* sebagai penampil data, *Server* sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan aplikasi, dan *Library* sebagai bahasa komunikasi yang digunakan dalam program.



Gambar 6. Cara kerja Blynk ^[4]

2.8. Penyimpanan Data

Penyimpanan data yang digunakan adalah *module datalogger* atau *micro SD card module*. Memiliki 6 pin dengan tegangan kerja sebesar 5 Volt ^[8].

2.9. Power Supply

Power supply digunakan sebagai daya untuk mengaktifkan alat agar dapat bekerja. komponen *power supply* yang digunakan adalah *charger 5 Volt 2 Ampere*, *TP4056 module*, dan *li-ion battery*. *Charger* digunakan untuk menyalurkan antara sumber listrik ke komponen *TP4056 module*, *module* akan membagikan daya menuju mikrokontroler dan baterai dengan beberapa proteksi yang dimiliki ^[15].

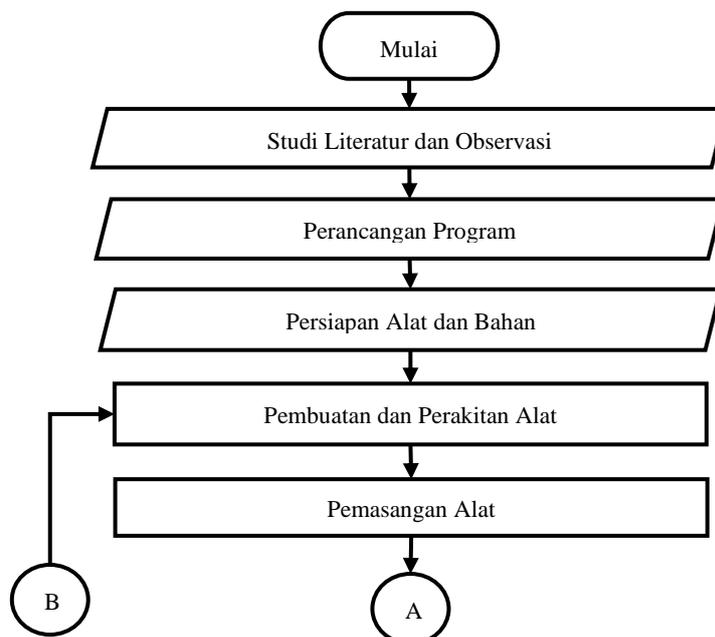
2.10. Arduino IDE

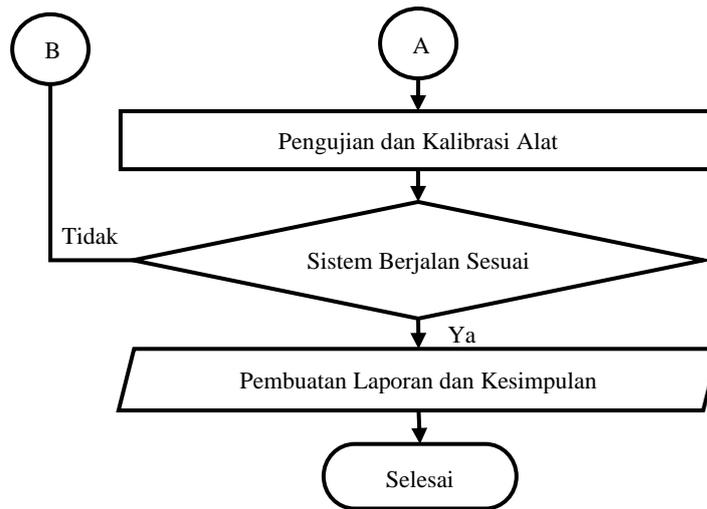
IDE (*Integrated Development Environment*) atau merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan, disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* ini Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C ^[10].

3. Metode Penelitian

3.1. Diagram Alir

Berikut diagram alir perancangan alat dalam penelitian ini.





Gambar 7. Diagram Alir

4. Pembahasan

4.1. Hasil Perancangan dan Pemasangan Alat

Hasil perancangan alat terdiri dari beberapa komponen utama seperti mikrokontroler, sensor, Blynk, dan *power supply*. Komponen-komponen ini dirangkai pada satu kotak panel untuk memudahkan pemasangan alat karena mempertimbangkan akses untuk menuju atas tangki cukup sulit. Kotak panel diletakkan di atas lubang yang sudah dibuat, digunakan lem besi untuk merekatkan kotak panel dengan penyangga agar tidak mudah berubah posisinya yang bisa mempengaruhi pengukuran sensor.



Gambar 8. Penempatan Alat

4.1.1. Sensor

Sensor ultrasonik HY-SRF05 ditempatkan pada *project box* dan dipasang pada lubang yang terdapat pada kotak panel (Gambar 9). Selain sebagai penyangga sensor, *project box* digunakan juga untuk menutupi lubang yang cukup besar tersebut agar uap air tidak masuk ke dalam kotak panel. *Project box* ditempel di atas lubang dengan lem stik sampai tidak ada celah dan posisi sensor sejajar dengan permukaan kotak panel. Sensor dihubungkan menggunakan kabel jumper dengan NodeMCU.

4.1.2. Mikrokontroler

NodeMCU yang telah dirangkai pada PCB dengan *micro SD card module* dan TP4056 *module* dimasukkan ke dalam kotak panel dan ditempel di dalamnya.

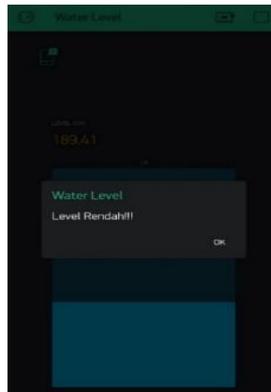


Gambar 9. Rangkaian Alat

Beberapa kali percobaan dilakukan sebelum pemasangan PCB pada kotak panel, untuk penggunaan *micro SD card module* dikesampingkan. Karena tegangan NodeMCU jika banyak menggunakan komponen pendukung menjadi tidak stabil dan menurun dapat mengakibatkan pembacaan sensor tidak akurat.

4.1.3. Blynk

Penampil data pada perancangan alat ini harusnya terdapat dua cara yaitu melalui aplikasi Blynk dan LCD. Dalam beberapa kali percobaan, LCD tidak dapat digunakan jika kabel penghubungnya terlalu panjang. Dimana LCD membutuhkan kabel panjang untuk dapat terhubung ke NodeMCU yang ada di atas tangki. Karena keterbatasan waktu dan pertimbangan lain dalam perancangan alat ini, maka penampil data yang dipakai hanya melalui aplikasi Blynk.



Gambar 10. Tampilan Blynk

Aplikasi Blynk akan menampilkan persen dan sentimeter level *raw water tank*. Ketika level kurang dari 2 meter maka akan muncul pemberitahuan ke *smartphone* sebagai indikasi (Gambar 10).

4.1.4. Power Supply

Sumber tegangan 220 volt didapatkan dari MCB *power sirine* yang di jumper melalui MCB untuk alat (Gambar 11) yang dihubungkan dengan kabel 3,5 meter menuju terminal di dalam kotak panel.



Gambar 11. Catu Daya

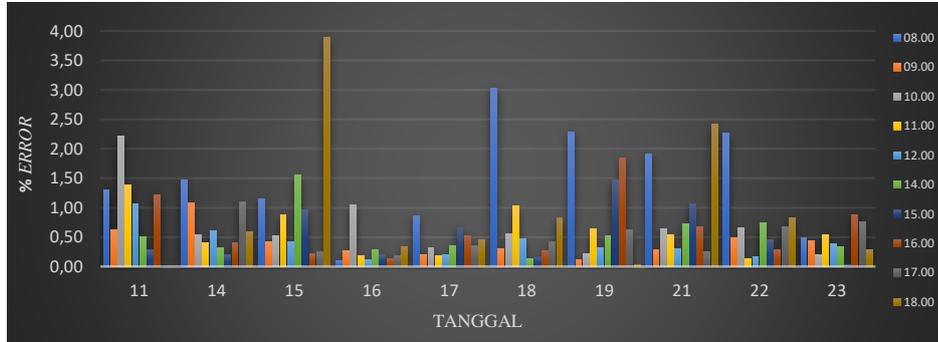
Daya dari sumber dihubungkan dengan *charger 5 Volt* menuju ke *TP4056 module* untuk dibagi tegangannya menuju NodeMCU dan baterai. Baterai digunakan untuk mendukung tegangan ke NodeMCU agar lebih stabil karena dalam beberapa kali percobaan, penggunaan baterai lebih stabil daripada dihubungkan langsung dengan *charger*.

4.2. Pengujian Alat

Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui alat berfungsi sesuai yang diharapkan atau tidak dan kalibrasi pembacaan pengukuran sensor. Pengujian dilakukan selama 10 hari pada rentang tanggal 11 – 23 Juni 2021 dengan membandingkan pembacaan dari alat dan pengukuran secara manual menggunakan meteran gulung 50 meter. Pengambilan data pengukuran manual dan hasil pembacaan alat dilakukan masing-masing 3 setiap pengukuran. Pengambilan data dengan interval 1 sampai 2 jam sekali sebanyak 10 data dari pukul 08.00 – 18.00 WITA. Data tersebut kemudian dihitung untuk menentukan % *error* dari pengukuran alat pada persamaan (1). Pengujian selanjutnya untuk mengecek indikator level rendah pada Blynk dengan mematikan pompa otomatis dengan kondisi *valve output* terbuka sampai level air di bawah 2 meter. Hasilnya didapatkan bahwa indikator level rendah berfungsi baik dengan mengirimkan pemberitahuan ke *smartphone* secara terus-menerus saat level air masih di bawah batas terendah. Pengujian alat juga dilakukan untuk mengetahui jarak akses alat menggunakan aplikasi Blynk. Pengujian dilakukan bersamaan pada saat pengecekan indikator level rendah. Hasilnya aplikasi Blynk dapat terhubung dengan baik di jarak kurang lebih 2 km.

4.3. Error

Error adalah penyimpangan dari nilai sebenarnya dengan nilai terukur. Nilai benar yaitu nilai dari pengukuran manual sedangkan nilai terukur yaitu nilai pembacaan dari sensor. Hasil pengambilan data didapatkan bahwa pengukuran alat menunjukkan level lebih tinggi dari pengukuran manual. Kemungkinannya dikarenakan posisi pemasangan alat terlalu rendah dari ketinggian yang diatur pada program.



Gambar 12. Grafik Error Alat

Dari grafik tersebut dapat diketahui untuk error minimal dan maksimal alat yaitu 0,03% pada tanggal 19 Juni pukul 18.00 WITA dan 3,89% pada tanggal 15 Juni pukul 18.00 WITA dengan rentang selisih 0,14 – 8,63 cm. Error terbesar terjadi pada saat level di bawah batas terendah dan pompa menyala sehingga gelombang air yang ditimbulkan mempengaruhi pengukuran sensor.

4.4. Batas Aman Level

Berdasarkan wawancara dan diskusi didapatkan untuk batas aman ketinggian air adalah setengah dari isi penuh tangki. Isi penuh tangki yaitu 485 cm dan ditentukan batas aman yaitu pada ketinggian 200 cm. Penentuan batas aman juga mempertimbangkan waktu ketersediaan air jika pada kondisi rendah untuk mempercepat penanganan.

Tabel 1. Spesifikasi Raw Water Tank

Spesifikasi Raw Water Tank	Keterangan
Debit output ke SPNE	78 m ³ /jam
Debit output ke treatment	52,2 m ³ /jam
Debit output ke proses	25 – 30 m ³ /jam
Debit output ke SKPM	80 – 85 m ³ /jam

$$\begin{aligned}
 \text{Ketersediaan air} &= \frac{\text{volume batas aman}}{\text{debit output keseluruhan}} \quad (2) \\
 &= \frac{34,68 \text{ m}^3}{(78+85+52,2+30+85) \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 0,14 \text{ jam atau } 8 \text{ menit } 4 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan menyimpulkan bahwa ketersediaan air keseluruhan dari batas rendah waktu air akan habis dalam 8 menit 4 detik.

4.5. Kuesioner

Kuesioner merupakan suatu alat yang berisi pertanyaan atau penilaian dengan tujuan untuk mengumpulkan informasi dari responden. Kuesioner diberikan kepada 5 responden yaitu 2 operator WTP, Asisten Laboratorium, Asisten Proses, dan Asisten M&R Electrical yang merupakan pengguna dari alat dalam penelitian ini. Kuesioner terdiri dari 5 pertanyaan dengan 4 pilihan jawaban.

Tabel 2. Kategori Jawaban

Kategori	Keterangan
SS	Sangat Setuju
S	Setuju
TS	Tidak Setuju
STS	Sangat Tidak Setuju

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah kategori dipilih}}{\text{Total responden}} \times 100 \quad (3)$$

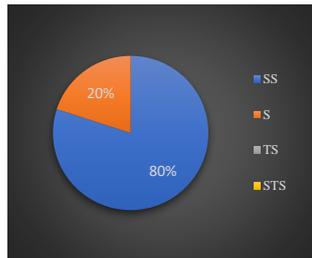
Hasil kuesioner didapatkan sebagai berikut :

- a. Apakah alat dapat dikatakan sebagai alternatif kegiatan *monitoring*?



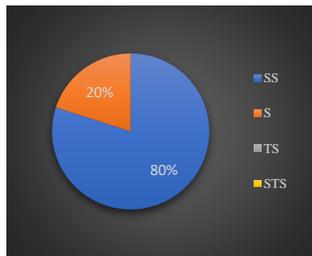
Gambar 13. Grafik Jawaban No. 1

- b. Apakah alat dapat memudahkan kegiatan *monitoring*?



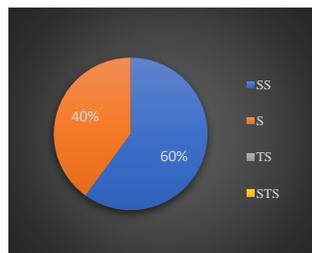
Gambar 14. Grafik Jawaban No. 2

- c. Apakah alat dapat memberikan informasi cepat ketika level di bawah batas aman?



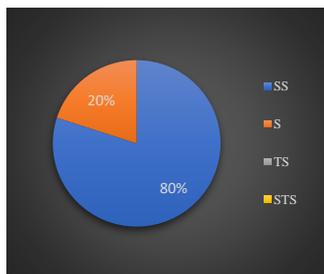
Gambar 15. Grafik Jawaban No. 3

- d. Apakah alat merupakan inovasi yang bagus dalam pengembangan teknologi di pabrik kelapa sawit?



Gambar 16. Grafik Jawaban No. 4

- e. Apakah alat dapat dikembangkan kembali atau diaplikasikan pada objek lain di pabrik kelapa sawit?



Gambar 17. Grafik Jawaban No. 5

4.6. Kendala Perancangan

Kendala dalam perancangan alat ini yang utama adalah untuk membuat tegangan NodeMCU bisa stabil saat terkoneksi dengan internet. Mempertimbangkan waktu, agar alat dapat berjalan normal maka LCD dan *module datalogger* tidak digunakan.

4.7. Kelebihan dan Kekurangan

Berikut kelebihan dan kekurangan alat yang telah dibuat :

Tabel 3. Kelebihan dan Kekurangan Alat

Kelebihan	Kekurangan
<i>Error</i> pada alat yang relatif rendah di bawah 4% yang menandakan pengukuran cukup akurat	Alat sangat bergantung pada koneksi internet yang stabil
Dapat diakses dengan jarak yang cukup jauh dan berjalan normal	Terkadang pengukuran tidak terdeteksi karena gelombang ultrasonik mengenai air yang masuk dari pipa <i>inlet</i>
Dapat dengan mudah untuk <i>monitoring</i> ketinggian air pada <i>raw water tank</i>	Alat sering tidak dapat tersambung kembali karena data ke <i>server</i> menumpuk dan harus melakukan <i>reset</i> manual
Dapat memberikan pemberitahuan ketika level mencapai batas aman melalui <i>smartphone</i>	Penempatan alat yang berada di atas ketinggian cukup sulit untuk diakses setiap hari
Dapat diakses di semua <i>smartphone</i> yang memiliki <i>project</i> alat ini di aplikasi Blynk	Alat akan mati jika sumber listrik dari pabrik tidak ada karena belum ada <i>power</i> cadangan untuk Mifi yang terpasang

4.8. Keberlanjutan Alat

Perancangan alat ini masih cukup banyak memiliki kekurangan. Alat ini juga belum sepenuhnya dapat dikatakan sebagai penerapan revolusi industri 4.0 di pabrik kelapa sawit, karena alat ini belum mengaplikasikan beberapa faktor penting sebagai aspek industri 4.0 yaitu *big data* dan otomasi. *Big data* adalah pemanfaatan penyimpanan data pada *cloud* yang bisa diakses secara *online* sehingga dapat melakukan penyimpanan dengan kapasitas yang cukup besar. Otomasi adalah penggunaan mesin untuk mengontrol suatu sistem yang dilakukan secara otomatis. Oleh karena itu, untuk memenuhi aspek revolusi industri 4.0 perlu ditambahkan penyimpanan data *cloud* dan kontrol untuk pompa otomatis yang terhubung dengan aplikasi pada *smartphone*. Aspek lain untuk keberlanjutan alat ini yaitu sumber daya manusia (SDM), ekonomi, lingkungan dan teknologi.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dari perancangan alat dalam penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu pembuatan dan pemasangan alat *monitoring* level pada *raw water tank* telah dilakukan di pabrik kelapa sawit Sungai Kupang *Mill* dengan error alat minimal 0,03% dan maksimal 3,89%, rentang selisih 0,14 – 8,63 cm. Alat yang dirancang dapat mengirimkan informasi atau peringatan pada saat kondisi level air di bawah batas aman yaitu kurang dari 200 cm dengan mengirimkan pemberitahuan ke *smartphone* pengguna aplikasi Blynk dengan jarak kurang lebih 2 km. Pemasangan alat dapat membantu kegiatan *monitoring* level air pada *raw water tank* yang dilakukan oleh operator dan asisten. Alat ini memberikan kemudahan bagi operator dan asisten sesuai dengan hasil kuesioner dan diskusi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan, penulis memberikan beberapa saran dengan tujuan sebagai keberlanjutan dari perancangan alat yang disampaikan sebagai berikut :

1. Menganalisa kembali penggunaan mikrokontroler NodeMCU Esp8266 dan program dari alat yang dirancang ketika akan menambah fungsi dari alat yang sudah ada.
2. Membuat *server* pribadi atau lokal Blynk dengan tujuan agar koneksi antara aplikasi Blynk dengan mikrokontroler lebih stabil dan tidak mudah terputus.
3. Membuat *power* cadangan untuk Mifi sehingga alat masih bisa digunakan ketika sumber listrik pabrik tidak ada.
4. Membuat penutup kotak panel agar tidak langsung terkena sinar panas matahari maupun hujan untuk mencegah korosi dan yang utama adalah alat tidak cepat rusak.

5. Konsep alat ini dapat diterapkan pada beberapa objek di pabrik kelapa sawit. Sebagai contoh untuk diterapkan pada *storage tank*, *sludge tank* atau tangki lain di stasiun klarifikasi, dan pada *feed water tank boiler*.

Referensi

- [1] Achmad, Zainun. 1999. Elemen Mesin-1. Bandung : Refika Aditama.
- [2] Anugrah, Dedi. 2015. Aplikasi Sensor Ultrasonik SRF 05 Pada Robot *Vacuum Cleaner* Menggunakan Kendali Android Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535M. Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- [3] Burange, A. W., Misalkar, H. D. 2015. *Review of Internet of Things in Development of Smart Cities with Data Management & Privacy*.
- [4] Blynk. *Getting Start Blynk*. <https://docs.blynk.cc/#intro>. Diakses pada 21 Mei 2021.
- [5] Cara Mengisi Ulang Baterai Lithium-Ion *Type 18650* Menggunakan Modul *Charger TP-4056*. 2017. <https://www.caratekno.com/cara-mengisi-ulang-baterai-lithium-ion/>. Diakses pada 22 Mei 2021.
- [6] Datasheet Sensor Ultrasonik HY-SRF05. <https://datasheetspdf.com/data-sheet/HY-SRF05.html>. Diakses pada 18 April 2021.
- [7] Eriyatno. 1999. Ilmu Sistem: Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen. Jakarta. Balai Pustaka.
- [8] Faudin, Agus. 2018. Cara Mengakses *Module Micro SD* Menggunakan Arduino. <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-module-micro-sd-menggunakan-arduino/>. Diakses pada 22 Mei 2021.
- [9] Kho, Dickson. 2020. Pengertian Sensor dan Jenis-jenis Sensor. <https://teknik-elektronika.com/pengertian-sensor-jenis-jenis-sensor/>. Diakses pada 21 Mei 2021.
- [10] Mengenal Arduino *Software (IDE)*. 2016. <https://www.sinauarduino.com/artikel/mengenal-arduino-software-ide/>. Diakses pada 23 Mei 2021.
- [11] Morris. A. S. 2001. *Measurement and Instrumentation Principles*. Butterworth Heinemann. Oxford.
- [12] NodeMCU Esp8266 *Data Sheet*. <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>. Diakses pada 21 Mei 2021.
- [13] Nugraha, Andy., dan Ramadhan, Muhammad N. 2018. Pengukuran Teknik dan Instrumentasi. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- [14] Pradana, Sunu. 2017. Penggunaan Sensor Ultrasonik. <https://sunupradana.info/tkr/tag/srf05/>. Diakses pada 1 April 2021.
- [15] Prawiro, Muhammad. 2018. Pengertian *Power Supply* : Fungsi, Jenis, Komponen, Cara Kerja *Power Supply*.
- [16] Saputro, Tedy T. 2017. Mengenal NodeMCU : Pertemuan Pertama. <https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/>. Diakses pada 11 Mei 2021.
- [17] Supriatna, Noviyan. 2018. *Cooperative Driving* pada Perempatan Jalan Berbasis Fuzzy Logic Menggunakan Komunikasi Antar Kendaraan. BAB 2, JBPTPOLBAN.
- [18] Saraswati, Delima A., Susanto, Eko., Wasista, Sigit., dan Setiawardhana. 2019. Aplikasi *Internet of Things (IoT)* dengan Arduino dan Android “Membangun *Smart Home* dan *Smart Robot* Berbasis Arduino dan Android”. Surabaya. Deepublish.
- [19] Standard Operating Procedure (SOP) PMKS Revisi ke-7. *Sinarmas Agribusiness and Food*. Jakarta. 2020.
- [20] Suresh, P., Daniel, J. V., and Aswathy, R. H. 2014. *A state of the art review on the Internet of Things (IoT) History, Technology and fields of deployment*.
- [21] Widiastuti, Nelly I., Susanto, dan Rani. Kajian Sistem Monitoring Dokumen Akreditasi Teknik Informatika Unikom. Vol. 12, No. 2, Program Studi Teknik Informatika-Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia.
- [22] Web Studi Elektronika. 2019. Mikrokontroler-Pengertian, Jenis, Fungsi, Bedanya dengan Mikroprosesor. <https://www.webstudi.site/2019/02/Mikrokontroler.html>. Diakses pada 12 Mei 2021.
- [23] Yasha. 2018. *Internet of Things*, Panduan Lengkap. <https://www.dewaweb.com/blog/internet-of-things/>. Diakses pada 6 Mei 2021.