

Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja *Fresh Water Generator* Menggunakan Arduino Mega 2560

Bayu Rahmiyanto Ar-Ridho
Politeknik Pelayaran Surabaya

Edi Kurniawan
Politeknik Pelayaran Surabaya

Romanda Annas Amrullah
Politeknik Pelayaran Surabaya

Korespondensi penulis: rahmiyartobayu12@gmail.com

Abstract: *Fresh water is a basic need of the ship's crew in supporting the creation of smooth ship operating activities, therefore it is also necessary to have an auxiliary aircraft that can produce its own fresh water on board to reduce ship operating costs, which is called the Fresh Water Generator (FWG). FWG is an auxiliary aircraft that can convert seawater into fresh water by evaporation and condensation processes. Therefore, it is necessary to have a tool to monitor the performance of the fresh water generator. The purpose of this research is none other than to monitor temperature conditions, water TDS, and conditions on the input and output streams of the fresh water generator evaporator filter to be more optimal and efficient and to determine the reliability of the fresh water generator performance equipment system using a long distance in order to create better and higher quality fresh water production on board. This research uses a prototyping method system. After designing and testing the tool monitoring system for the performance of fresh water generators using Arduino mega 2560 based on LoRa Ra-02, this system is one of the new technologies that can monitor the performance of fresh water generators to be more efficient and reliable. Then the readings of all sensors can work properly with an average percentage error on the Max 6675 temperature sensor of 0.58%, pressure transmitter sensor 1 of 2.04%, pressure transmitter sensor 2 of 2.04%, and TDS sensor of 1,70% and the distance to communication between the receiver and transceiver reaches a range of 200 meters without obstacles and 97 meters through obstacles around.*

Keywords: *Water, Fresh Water generator, Arduino mega 2560, Sensor, Lora Ra-02*

Abstrak: Air tawar merupakan sebagai kebutuhan pokok crew kapal dalam menunjang terciptanya kelancaran kegiatan pengoperasian kapal, maka dari itu juga perlu adanya sebuah pesawat bantu yang dapat memproduksi air tawar sendiri di atas kapal untuk mengurangi biaya pengoperasian kapal yaitu dinamakan dengan Fresh Water Generator (FWG). FWG merupakan sebuah pesawat bantu yang dapat mengubah air laut menjadi air tawar dengan proses evaporasi dan kondensasi. Maka dari itu diperlukan adanya alat untuk memonitoring kinerja *fresh water generator*. Tujuan penelitian ini tidak lain untuk memonitoring kondisi suhu, TDS air, dan kondisi pada aliran masukan dan keluaran dari *filter evaporator fresh water generator* agar menjadi lebih optimal dan efisien serta mengetahui kehandalan dari sistem peralatan kinerja *fresh water generator* menggunakan jarak jauh agar dapat terciptanya hasil kualitas produksi air tawar di atas kapal yang lebih baik dan berkualitas. Penelitian ini menggunakan sistem metode pembuatan *prototipe*. Setelah melakukan perancangan alat dan pengujian alat sistem monitoring kinerja *fresh water generator* menggunakan Arduino mega 2560 berbasis LoRa Ra-02 sistem ini menjadi salah satu teknologi baru yang dapat memonitoring kinerja *fresh water generator* menjadi lebih efisien dan handal. Kemudian pembacaan semua sensor dapat bekerja dengan baik dengan rata-rata persentase *error* pada sensor suhu Max 6675 sebesar 0,58%, sensor *pressure transmitter* 1 sebesar 2,04%, sensor *pressure transmitter* 2 sebesar 2,04%, serta sensor TDS sebesar 1,70% dan jarak terhadap komunikasi antara *receiver* dan *transceiver* mencapai jangkauan 200 meter tanpa *obstacle* dan 97 meter melalui *obstacle* di sekitar.

Kata Kunci: Air, *Fresh Water generator*, Arduino mega 2560, Sensor, Lora Ra-02

PENDAHULUAN

Dalam dunia maritim kapal adalah sebuah transportasi air yang sangat berguna untuk mengirimkan sebuah penumpang ataupun barang dari suatu daerah menuju daerah lainnya. Di

dalam sebuah kapal sangat dibutuhkan adanya suatu kebutuhan pendukung agar terciptanya kelancaran sebuah kegiatan operasional kapal salah satunya yaitu kebutuhan air tawar. Dalam keseharian, air tawar merupakan suatu kebutuhan manusia yang tidak bisa terpisahkan, begitu juga manfaatnya di atas kapal. Kebutuhan air tawar di atas kapal tidak kalah pentingnya dengan bahan bakar, bahan makanan, perlengkapan kerja dan lain sebagainya. Air tawar di atas kapal mempunyai banyak manfaatnya sebagai penunjang kelancaran kegiatan operasional kapal seperti untuk kebutuhan keseharian *crew* kapal, sistem pendinginan mesin-mesin di atas kapal, untuk kebutuhan akomodasi, untuk kegiatan pembersihan di atas kapal, dan segala jenis kebutuhan lainnya (Ala, *et al.*, 2021). Pada keadaan yang terjadi umumnya di atas kapal air tawar masih berketergantungan pada *supply (bunker)*.

Kegiatan bunker sendiri merupakan sebuah kegiatan pengisian suatu cargo bisa berupa air, bahan bakar kapal dari supplier yang berperan sebagai pemberi supply ke pihak kapal lain sebagai penerimanya (Amrullah, R. A., & Utami, E. P., 2022). Kegiatan *bunker* ini dapat mengganggu kegiatan operasional kapal dan menambah biaya operasional kapal. Selain itu juga mempunyai resiko yang cukup besar apabila dalam suatu pelayaran terjadi ketersediaan *stock* air tawar habis. Maka dari itu pada umumnya sekarang di atas kapal dilengkapi dengan adanya sebuah pesawat bantu yang bisa memproduksi air tawar. Pesawat bantu ini dinamakan dengan *fresh water generator* yaitu berkerja dengan cara evaporasi penguapan air laut yang kemudian di kondensasikan melalui kondensor yang kemudian menjadi sebuah butir-butir air yang di kumpulkan, kemudian dipompa menuju tanki penampungan air tawar.

Dalam pengoperasiannya pesawat tersebut sering mengalami permasalahan pada bagian komponennya yang bisa menyebabkan menurunnya jumlah produksi air tawar. Seperti yang terjadi pada saat penulis melaksanakan praktek laut di atas kapal MT.SEA CHAMPION pada saat kapal sedang berlayar seketika terjadi pesawat *fresh water generator* mengalami permasalahan sehingga menyebabkan menurunnya jumlah produksi air tawar yang dihasilkan, biasanya dalam keadaan normal bisa menghasilkan produksi sebesar 20Ton/hari menurun menjadi 9Ton/hari, bahkan pernah tidak berproduksi sama sekali. Permasalahan tersebut biasanya disebabkan karena beberapa faktor antara lain yaitu, kurangnya tekanan air laut yang masuk, adanya kerak pada plat-plat evaporator, saluran pipa buntu, kurang optimalnya monitoring sensor salinity ppm, kurangnya perawatan dari seorang *engineer* di atas kapal, kelalaian dari seorang *engineer* dalam memonitor *fresh water generator* pada saat beroperasi.

Dalam hal ini maka dari itu diperlukan adanya sebuah alat yang dapat membantu seorang *engineer* di atas kapal dalam memonitoring dan mengoptimalkan sistem kinerja pesawat *fresh water generator* tersebut agar dapat mengurangi terjadinya gangguan-gangguan

kesalahan pada pesawat tersebut dalam beroperasi sehingga jumlah air tawar yang dihasilkan di atas kapal dapat memiliki kualitas hasil yang baik dan berstandar sesuai dengan aturan kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Maka dari itu penulis tertarik untuk mengkaji lebih dalam dan membahas dalam bentuk Karya Ilmiah Terapan dengan judul: ***“Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Fresh Water Generator Menggunakan Arduino Mega 2560”***.

TINJAUAN PUSTAKA

Landasan Teori

Landasan teori adalah sumber teori yang mendasari sesuatu penelitian . Dalam landasan teori ini penulis memaparkan definisi dan konsep yang sudah disusun rapih dan sistematis tentang alat-alat yang digunakan dalam penelitian yang akan dilakukan. Alat-alat yang digunakan adalah FWG, Arduino mega 2560, Lora modul *type* Ra-02, ESP32, sensor TDS, sensor suhu Termokopel Max 6675K, sensor *pressure transmitter*, LCD, antena Lora, *buzzer*, pompa air.

Fresh Water Generator

Menurut Tim penyusun Pesawat Bantu Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang th: (2003:32) *Fresh Water Generator* adalah sebuah pesawat bantu yang digunakan untuk mengubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip evaporasi dan kondensasi. Fungsi utama dari pesawat bantu *fresh water generator* adalah untuk menguapkan dan mengkondensasikan air laut, dengan cara memberikan panas pada cairan dan terus ditambahkan panas sehingga suatu cairan akan mendidih suhunya. Pada saat sistem kinerja fresh water generator berlangsung maka yang perlu dilakukan monitoring sesuai dengan judul karya ilmiah terapan ini yaitu nilai tekanan aliran air laut yang masuk dan keluar di bagian kondensor menggunakan dua sensor tekanan, kemudian ketika terjadi pemanasan di dalam evaporator maka sumber air panas yang di gunakan dari *jacket water cooling main engine* ini dilakukan pengukuran terhadap nilai temperatur menggunakan sensor suhu, kemudian untuk hasil air produksi dari *fresh water generator* ini nantinya akan diukur nilai TDSnya.

Cairan yang mendidih dan menguap tersebut, uapnya akan dikumpulkan dan diberikan pendingin sehingga akan terjadi proses penyerapan panas dan uap oleh bahan pendingin air laut dalam suatu proses kondensasi, sehingga uap akan berubah menjadi cairan kondensat. Air tawar yang dihasilkan dari penguapan yang telah dikondensasikan, harus dilakukan pemeriksaan terhadap kandungan kualitas airnya. Seperti contoh pemeriksaan terhadap nilai kandungan garam, TDS, kekeruhan, dll. Dan apabila hasil kualitas air tidak standar maka perlu diadakan pemrosesan ulang hingga kadar kandungan kualitas airnya sesuai dengan yang diizinkan dan selanjutnya hasil air tawar juga dipengaruhi oleh perawatan yang rutin dan

pengoperasian yang benar terhadap *fresh water generator* tersebut. Air tawar yang telah dikondensasikan kemudian akan dihisap oleh pompa *distillate* untuk dialirkan ke tanki air tawar.



Gambar 1 *Fresh Water Generator*

Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Fresh_Water_Generator

Arduino Mega 2560

Arduino adalah sebuah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat berbagai macam komponen utama seperti sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel (Syahwil, 2013). Mikrokontroler itu adalah sebuah *chip* atau *Integrated Circuit* (IC) yang bisa diprogram dan diatur menggunakan sebuah teknologi komputer.

Tujuan ditanamkannya program pada mikrokontroler tersebut adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, kemudian memproses *input* tersebut sehingga menghasilkan *output* yang sesuai dengan yang diinginkan oleh pembuat program tersebut. Jadi mikrokontroler tersebut berfungsi sebagai otak yang digunakan untuk mengatur *input*, proses, dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

Kemudian untuk Arduino mega 2560 adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560 yang memiliki 54 pin digital *input/output*, dimana 15 pin diantaranya digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai *input* analog, 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*), sebuah osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, *header ISCP*, dan tombol *reset*. Bentuk fisik dan spesifikasi Arduino mega 2560 bisa dilihat pada gambar 2 dan tabel 1.



Gambar 2 Mikrokontroler Arduinomega 2560

Sumber: <https://henduino.github.io/library/board/mengenal-arduino-mega2560/>

Tabel 1 Spesifikasi ArduinoMega2560

Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasi	5 V
<i>Input Voltage</i> (disarankan)	7-12 V
<i>Input Voltage</i> (limit)	6-20 V
Pin Digital I/O	54(yang 15 pin digunakan sebagai output PWM)
Pin <i>Input</i> Analog	16
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA

Flash Memory	256 KB (8 KB digunakan untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Sumber: <https://henduino.github.io/library/board/mengenal-arduino-mega2560/>

LoRa Modul Type Ra-02

LoRa adalah singkatan dari *Long Range* (Asshidqi, 2023). LoRa adalah sebuah teknologi frekuensi audio nirkabel yang beroperasi dalam spektrum frekuensi radio terbebas dari lisensi. LoRa merupakan sebuah protokol lapisan fisik menggunakan modulasi spektrum *spread* dan mendukung komunikasi jarak jauh. Hal ini menggunakan sistem gelombang pita yang sempit dengan frekuensi pusat untuk mengirim data, yang membuatnya kuat untuk interferensi.

LoRa RA-02 merupakan salah satu perangkat LoRa yang diciptakan oleh AIThinker. LoRa RA-02 menggunakan semtech SX 1278 sebagai *chip* LoRa. Dengan nilai sensitivity hingga mencapai -148 dBm dan output power hingga +20 dBm. Bentuk fisik dari RA-02 dan spesifikasi modul Lora Ra-02 dapat dilihat pada gambar 3 dan tabel 2.



Gambar 3 Lora modul type Ra-02

Sumber: <http://sonoku.com/memulai-komunikasi-dengan-lora-ra-02-sx1278-dan-arduino/>

Lora RA-02 dapat digunakan dengan Arduino dengan menggunakan protokol SPI. RA-02 memiliki beberapa jenis *PIN out* yang harus dihubungkan dengan pin I/O Arduino.

Tabel 2 Spesifikasi Lora modul type Ra-02

<i>Frequency range</i>	410 MHz – 525 MHz
<i>Port</i>	SPI & GPIO
<i>Operating voltage</i>	1,8 V – 3,7 V
<i>Working current:</i>	<i>receive less than 10,8mA, transmit less than 120 mA</i>
<i>Pin pitch</i>	2,0 mm
<i>Working temperature</i>	-40 - +85 degrees

Sumber: http://library.binus.ac.id/eColls/eThesidoc/Bab2/RS1_2017_1_291_Bab2.pdf

Mikrokontroler ESP32



Gambar 4 Mikrokontroler ESP32

Sumber: <https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-2/>

ESP32 adalah sebuah nama dari mikrokontroler yang dirancang oleh sebuah perusahaan yang berbasis di Shanghai, China yakni Espressif Systems (Yulistiani Tia, 2023). ESP32 menawarkan beberapa solusi jaringan WiFi yang mandiri sebagai jembatan dari mikrokontroler yang ada ke jaringan WiFi ataupun lainnya. ESP32 menggunakan prosesor dual

core yang berjalan di instruksi Xtensa LX16 , ESP32 memiliki bentuk fisik dan spesifikasi seperti yang ditampilkan pada gambar 4 dan tabel 4.

Tabel 4 Spesifikasi ESP32

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3	Kecepatan Prosesor	Dual 160MHz
4	RAM	520k
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	11b/g/n/e/i
8	Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy)
9	SPI	3
10	I2C	2
11	UART	3

Sumber: <https://media.neliti.com/media/publications/299455-penerapan-trainer-interfacing-mikrokontr-55adf78d.pdf>

Sensor TDS (*Total Dissolved Solid*)



Gambar 5 Sensor TDS

Sumber: www.tokopedia.com

Sensor TDS merupakan Sensor yang berfungsi untuk mengukur jumlah partikel zat pada yang terlarut di dalam air (Zulkarnaen,et al.,2021) . *Probe* sensor berbahan *stick stainless* berfungsi sebagai penerima data dari bahan yang diuji. Sensor TDS ini memiliki tiga pin yang langsung disambungkan dengan pin analog arduino maupun pin analog mikrokontroler lainnya, tanpa harus menggunakan modul penguat tambahan lainnya. Bentuk sensor TDS dapat dilihat pada gambar 5. Prinsip kerja dari sensor ini adalah dengan pemberian arus searah pada dua buah elektroda untuk mendapatkan perubahan nilai kadar TDS dan nilai tegangan. Namun, sensor ini peletakannya harus pas karena akan berpengaruh terhadap nilai TDSnya.

Sensor Suhu Max 6675 K type Thermocouple



Gambar 2.6 Sensor Suhu max6675k type thermocouple

Sumber: https://sea.banggood.com/id/MAX6675-Sensor-Module-Thermocouple-Cable-1024-Celsius-High-Temperature-Available-p-1086406.html?cur_warehouse=CN

Temperatur adalah sebuah parameter penting dalam aspek kehidupan, sehingga hasil pengukuran temperatur yang akurat sangat diperlukan sekali (Septiana,et al., 2019). Data akuisisi temperatur menggunakan termokopel *type-K* dan dapat digunakan oleh para peneliti karena harganya yang cukup murah dan ketersediaannya cukup banyak. Termokopel *type* ini dapat digunakan sebagai data akuisisi yang valid jika sensor terkalibrasi dengan benar. Max 6675 adalah salah satu dari sekian banyak modul yang kompatibel dengan Arduino dan dapat

digunakan sebagai kompensasi *cold junction* termokopel *type K*. Max 6675 dipilih dari sekian jenis modul karena pengukurannya yang besar yaitu dapat mengukur nilai suhu pada 0°C sampai 1024°C.

Sensor Pressure Transmitter

Sensor tekanan air adalah sebuah alat yang dapat mengukur sebuah tekanan air dan mengubah informasi yang diukur menjadi sinyal listrik atau bentuk lain dari keluaran informasi sesuai dengan aturan tertentu, untuk memenuhi transmisi informasi, pemrosesan, penyimpanan, tampilan, dan persyaratan kontrol (Qoyyuma, 2019).



Gambar 7 Sensor Pressure Tranmitter

Sumber: <https://www.avnet.com/wps/portal/abacus/solutions/technologies/sensors/pressure-sensors/media-types/water/>

Ini merupakan langkah pertama untuk mewujudkan pendeteksi dan pengontrolan otomatis. Sensor ini biasanya terbuat dari silikon menyebar. Prinsip kerja dari sensor ini yaitu bahwa tekanan air langsung diterapkan ke diafragma sensor, sehingga menghasilkan mikro-perpindahan sebanding dengan tekanan air. Hambatan listrik dari sensor berubah, dan sirkuit elektronik yang digunakan untuk mendeteksi perubahan, dan *output* dari sinyal pengukuran standar yang sesuai dengan tekanan yang akan diubah.

LCD Ukuran 20x4



Gambar 8 LCD ukuran 20x4

Sumber: <https://www.epal.pk/product/2004-20x4-character-lcd-display-module/>

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menampilkan tampilan karakter yang disusun sedemikian rupa untuk dapat menampilkan sebuah informasi yang diinginkan (Anantama *et al.*, 2020). LCD yang digunakan merupakan LCD dengan ukuran 20x4 yang dapat diartikan bahwa LCD mampu menampilkan karakter dengan total sebanyak 20 baris dan 4 kolom .

Pencahayaan pada layar LCD merupakan sebuah efek dari adanya *polarizer* yang ditempatkan secara vertikal dan horizontal, dengan tingkat sistem pencahayaan berdasarkan pada besarnya tegangan yang diterima oleh LCD . Pencahayaan pada layar LCD juga mempunyai beberapa jenis ada yang berwarna kuning dan ada juga yang berwarna hijau. Begitu juga untuk jenis warna penulisan kata juga memiliki bergagai macam.

Antena Lora



Gambar 9 Antena Lora

Sumber: www.bukalapak.com/p/elektronik/komponen-elektronik

Antena adalah sebuah konduktor yang dapat digunakan untuk memancarkan atau meneruskan suatu gelombang elektromagnetik menuju ruang bebas atau menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas (Sari, 2015). Antena juga berfungsi sebagai penguat sinyal gelombang frekuensi pada sebuah jaringan untuk lebih kuat dalam mengirim ataupun menerima sebuah signal jaringan pada sebuah sistem. Antena jenis ini adalah *type* antena LoRa Ra-02 SX1278 *wireless* 433MHz.

Ra 02 merupakan modul transmisi nirkabel berdasarkan *transceiver* nirkabel dari SX1278 semtech. Ini mengangkat teknologi spektrum penyebaran LoRa yang canggih dengan jarak komunikasi bisa mencapai dengan jangkauan 10.000 meter. Namun LoRa Ra-02 ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi LoRa / Sigfox / ISM, seperti sistem pembuatan monitoring pengukur energi cerdas, keamanan rumah, pengelolaan limbah, dll.

Buzzer



Gambar 10 Buzzer

Sumber: <https://indobot.co.id/blog/tutorial-arduino-uno-r3-mengakses-modul-buzzer/>

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi sinyal getaran suara. Efek *Piezoelectric* (*Piezoelectric Effect*) pertama kali ditemukan oleh dua orang fisikawan Perancis yang bernama Pierre Curie dan Jacques Curie pada tahun 1880 (Widiyanto dan Rohmanu, 2018). *Buzzer* bisa berfungsi sebagai alarm sinyal. Biasa juga di implementasikan pada *project* sebuah penelitian sebagai indicator terhadap suatu kondisi.

Pompa Air



Gambar 11 Pompa air

Sumber: <https://newstempo.github.io/down/post/pompa-air-dab/>:

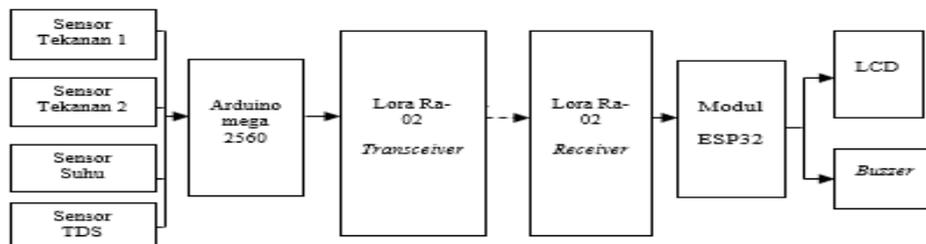
Pompa adalah sebuah alat bantu yang difungsikan untuk memindahkan suatu cairan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain dengan proses menaikkan tekanan cairan tersebut, kemudian kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan pengaliran, hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian ,

atau hambatan gesek (Faris agustiawan , 2019). Prinsip kerja dari impeler sendiri digunakan untuk menciptakan tekanan fluida, ditarik lewat dasar sumber air menuju tempat tujuannya. Kemudian cairan fluida tersebut akan digerakan oleh sebuah motor penggerak untuk menghasilkan semburan air dengan tekanan tertentu. Cara kerja pompa air ini sebenarnya cukup sederhana, kita bisa mengibaratkannya seperti mengisap sedotan. Jadi ketikan mulut mengisap sedotan yang terjadi adalah berkurangnya udara di dalam sedotan tersebut hal ini sama dengnya dengan pompa air.

METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

Secara umum rancangan penelitian yang akan dibuat terdiri dari beberapa bagian yang dapat digambarkan blok diagram pada gambar 12.



Gambar 12 Blok Diagram Monitoring Kinerja *Fresh water generator*

Dari diagram diatas terdapat bahwa system ini terbagi menjadi beberapa bagian seperti: sensor Suhu, sensor *Pressure Transmitter*, sensor TDS, Arduino mega 2560, modul Lora Ra-02 *Transceiver*, modul Lora Ra-02 *Receiver*, modul ESP32, LCD, *Buzzer*.

1. Sensor Suhu

Sensor suhu ini digunakan untuk mendeteksi nilai dari suhu air pemanas yang berasal dari sumber keluaran *jacket water cooling* main engine yang masuk ke sistem *fresh water generator*.

2. Sensor Tekanan 1

Sensor tekanan 1 ini digunakan untuk mendeteksi nilai dari tekanan air laut yang mengalir di dalam sebuah pipa masuk menuju kondensor yang di pompa dari pompa *ejector*.

3. Sensor Tekanan 2

Sensor tekanan 2 ini digunakan untuk mendeteksi nilai dari tekanan air laut yang mengalir di dalam sebuah pipa keluar dari kondensor yang di pompa dari pompa *ejector*.

4. Sensor TDS (*Total Dissolved Solid*)

Sensor TDS ini digunakan untuk mendeteksi jumlah zat padat terlarut dalam air, mengukur konsentrasi semua unsur organik dan anorganik yang terlarut dalam air dari sebuah hasil produksi air tawar system *fresh water generator* tersebut.

5. Mikrokontroler Arduino mega 2560

Arduino ini digunakan sebagai alat mikrokontroler pertama pada bagian *Transceiver* sebagai pengontrol utama untuk mengendalikan dan mengontrol semua sensor dan modul Lora Ra-02. Sehingga semua komponen dapat berjalan sesuai dengan program yang dibuat penulis.

6. *Transceiver* Lora modul *type* Ra-02

Lora Ra-02 ini digunakan sebagai modul pengontrol komunikasi jaringan untuk mengirimkan sebuah data dari hasil pembacaan sensor tersebut yang sudah dikontrol oleh Arduino mega 2560.

7. *Receiver* Lora modul *type* Ra-02

Lora Ra-02 ini digunakan sebagai modul pengontrol komunikasi jaringan untuk menerima sebuah data dari hasil pembacaan sensor tersebut yang sudah dikontrol oleh Arduino mega 2560.

8. Mikrokontroler ESP32

ESP32 ini digunakan sebagai alat mikrokontroler kedua pada bagian *Receiver* sebagai pengontrol utama untuk mengendalikan dan mengontrol Lora Ra-02, LCD, dan *Buzzer*. Sehingga semua komponen dapat berjalan sesuai dengan program yang di buat penulis.

9. LCD

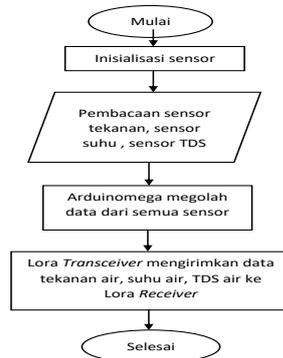
LCD ini digunakan sebagai layar tampilan monitor hasil pengukuran dari semua sensor yang terpasang dan terhubung dengan mikrokontroler untuk dapat melihat hasil nilai yang terbaca oleh sensor.

10. *Buzzer*

Buzzer ini digunakan untuk sebuah tanda peringatan alarm apabila terjadi hasil pengukuran dari kondisi nilai pembacaan dari sensor suhu Max 6675 K, sensor tekanan 1 dan 2, dan sensor konduktivitas TDS tersebut melebihi atau tidak sesuai dengan hasil yang telah di tentukan oleh peneliti.

Dalam melakukan perancangan sistem monitoring kinerja *fresh water generator* ini dibutuhkan sebuah alur kerja dari peralatan yang akan digunakan salah satunya agar membantu penulis bisa lebih mudah dalam menyusun sebuah sistem yang akan

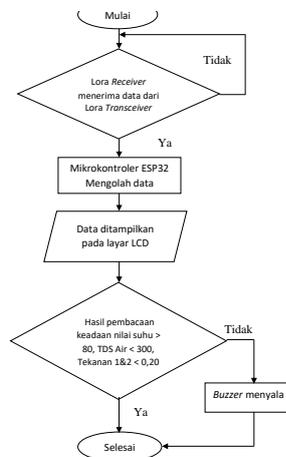
digunakan, sistem ini akan di bagi menjadi dua bagian sistem yaitu sebagai *transceiver* data dan *receiver* data. Untuk melihat sistem kerja dari peralatan *transceiver* pada penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* gambar 13.



Gambar 13 *Flowchart* Sistem *Transceiver* Data

Berdasarkan *flowchart* gambar 13 bahwa proses *transceiver* data dimulai dengan inisialisasi semua sensor dan mulai membaca nilai keadaan tekanan air laut *input* dan *output*, keadaan suhu air pemanas, dan keadaan kualitas konduktivitas air. Kemudian data tersebut akan masuk ke mikrokontroler arduino mega 2560 untuk proses pengolahan dan pengontrolan data. Dari arduino data kemudian data akan diteruskan ke modul Lora untuk di kirimkan ke *receiver* dengan sistem komunikasi jaringan Lora.

Sistem kerja untuk *receiver* dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Sistem *Receiver* Data

Berdasarkan *flowchart* gambar 14 bahwa proses *receiver* data dimulai, kemudian modul Lora secara otomatis akan menerima data dari *transceiver* dengan catatan jika berhasil menerima data maka akan lanjut ke langkah selanjutnya, namun jika tidak maka akan kembali ke proses awal penerimaan data. Kemudian data akan diteruskan menuju mikrokontroler Esp32 untuk pemrosesan data kembali dan diteruskan menuju layar LCD monitor untuk menampilkan hasil pembacaan data dari sensor. Kemudian apabila di dalam pembacaan sensor tekanan, sensor suhu, dan sensor konduktivitas TDS mendapati

hasil yang tidak sesuai dengan yang diinginkan maka program akan mengaktifkan tanda peringatan alarm pada *buzzer*, namun jika hasil pembacaan tersebut sesuai dengan yang diinginkan maka program tidak akan memerintahkan *buzzer* untuk berbunyi dan program dinyatakan selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Hasil pengujian merupakan sebuah paparan data yang dihasilkan dari sebuah percobaan untuk mengetahui kemampuan kinerja dari sebuah komponen yang ada. Pengujian komponen pada penelitian ini di lakukan dengan dua cara yaitu pengujian statis dan dinamis.

Pengujian Statis

Pada tahap ini pengujian komponen harus dilakukan untuk menguji dan mengetahui suatu komponen alat yang akan dirancang agar dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan agar tidak terjadi kesalahan pada saat dilakukan pengujian sehingga mendapatkan hasil analisis data yang valid agar dapat diolah dengan baik dan benar. Peralatan komponen yang akan diujikan antara lain : Arduino mega 2560, Esp32, LCD, sensor suhu Max 6675 K type *Thermocouple*, sensor *Pressure Transmitter*, sensor TDS, *Buzzer*, LoRa Ra-02.

a. Pengujian Arduino Mega2560

Pengujian *hardware* Arduino mega 2560 dilakukan dengan cara menghubungkan Arduino mega 2560 dengan kabel usb dan laptop atau menggunakan sumber tegangan DC 12 volt.



Gambar 15 Pengujian Arduinomega2560
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 15 diindikasikan bahwa lampu LED warna hijau menyala menyatakan bahwa Arduino mega 2560 dapat bekerja dengan baik.

b. Pengujian Mikrokontroler Esp32

Pengujian *hardware* Esp32 dilakukan dengan cara menghubungkan Esp32 dengan kabel usb dan laptop atau sumber tegangan DC 5 volt.



Gambar 16 Pengujian Esp32
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 16 diindikasikan bahwa lampu LED merah menyala menyatakan bahwa Esp32 dapat bekerja dengan baik.

c. Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan dengan cara menghubungkan layar LCD dengan mikrokontroler Esp32 , kemudian dilakukan pengujian dengan cara memberikan perintah untuk menampilkan kata “hello bayu” pada layar LCD.



Gambar 17 Pengujian LCD
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 17 terlihat bahwa layar monitor LCD dapat berfungsi dengan baik karena ketika dihubungkan dengan mikrokontroler Esp32 layar monitor LCD dapat menampilkan perintah penulisan kata “hello bayu” dengan baik dan benar.

d. Pengujian sensor Suhu Max 6675 K type *Thermocouple*

Pengujian sensor suhu Max 6675 K type *Thermocouple* dilakukan dengan cara menghubungkan sensor suhu Max 6675 K type *Thermocouple* dengan mikrokontroler Arduino mega 2560 untuk menampilkan pembacaan nilai sensor suhu Max 6675 K type *Thermocouple* pada layar serial monitor dengan baik menggunakan alat pemanas dari korek api.



Gambar 18 Pengujian Sensor Suhu
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 18 terlihat bahwa sensor suhu Max 6675 K type *Thermocouple* berfungsi dengan baik karena setelah dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino mega 2560 sensor Max 6675 K type *Thermocouple* dapat menampilkan nilai pembacaan sensor di layar serial monitor dengan baik.

e. Pengujian Sensor *Pressure Transmitter*

Pengujian sensor *pressure transmitter* dilakukan dengan cara menghubungkan sensor *pressure transmitter* dengan mikrokontroler Arduino mega 2560 untuk menampilkan pembacaan nilai tekanan pada layar serial monitor menggunakan pengujian gerakan mengetuk-ketuk lubang pada sensor atau dengan cara meniup lubang pada sensor tekanan.

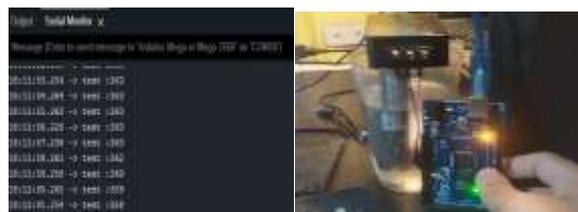


Gambar 19 Pengujian Sensor Tekanan
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 19 terlihat bahwa sensor *pressure transmitter* dapat berfungsi dengan baik karena setelah dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino mega 2560 sensor *pressure transmitter* dapat menampilkan nilai pembacaan sensor di layar serial monitor dengan baik.

f. Pengujian Sensor TDS (*Total Dissolved Solid*)

Pengujian sensor TDS dilakukan dengan cara menghubungkan sensor TDS dengan mikrokontroler Arduino mega 2560 untuk menampilkan perintah pembacaan nilai TDS pada layar serial monitor menggunakan pengujian dicelupkan ke dalam sebuah wadah air keruh.



Gambar 20 Pengujian Sensor Konduktivitas TDS
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 4.6 terlihat bahwa sensor TDS dapat berfungsi dengan baik karena setelah dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino mega 2560 sensor TDS dapat menampilkan nilai pembacaan sensor di layar serial monitor dengan baik.

g. Pengujian *Buzzer*

Pengujian *buzzer* dilakukan dengan cara menghubungkan *buzzer* dengan mikrokontroler Esp32 atau bisa dengan hubungan langsung pin 5volt tersebut dan pin GND.



Gambar 21 Pengujian *Buzzer*
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 21 terlihat bahwa *buzzer* dapat mengeluarkan suara dengan baik , karena setelah dihubungkan antara *buzzer* dengan pin 5 volt pada Esp 32 dan pin gnd *buzzer* dapat mengeluarkan suara dengan baik.

h. Pengujian Lora Ra-02

Pengujian LoRa Ra-02 ini dilakukan dengan cara menghubungkan modul LoRa Ra-02 dengan mikrokontroler dan dilakukan pengujian dengan cara memberikan perintah untuk menampilkan pembacaan data nilai sensor suhu Max 6675 K *type Thermocouple* agar dapat terbaca di layar serial monitor *transceiver* dan layar LCD *receiver* dengan jarak jangkauan 5 meter. Pengujian komponen *transceiver* dan hasil serial monitor *transceiver* dapat dilihat pada gambar 22



a. Komponen *Transceiver* b. Serial Monitor *Transceiver*

Gambar 22 Komponen *Transceiver* dan Serial Monitor *Transceiver*

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 22 merupakan hasil tampilan dari komponen pelatan *transceiver* dan layar serial monitor *transceiver* saat dilakukan pengujian terhadap pembacaan pada nilai salah satu kondisi sensor yaitu pada sensor suhu Max 6675 termokopel. Dimana data dari layar serial monitor tersebut nantinya akan dikirimkan menuju layar monitor LCD sebagai *receiver* untuk disamakan nilai datanya.



a. Monitor *Receiver* LCD b. Serial monitor *transceiver*

Gambar 23 Pembacaan *Receiver* LCD dan Serial Monitor *Transceiver*

Sumber: Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 22 dan gambar 23 dapat dilihat bahwa saat dilakukan pengujian untuk menampilkan hasil data nilai sensor suhu Max 6675 K *type thermocouple* dengan jarak 5 meter, hasil nilai data pembacaan sensor suhu Max 6675 K *type thermokopel* dapat terlihat sama antara layar serial monitor *transceiver* dengan layar monitor LCD *receiver* .

Pengujian Dinamis

Pengujian dinamis dilakukan untuk mendapatkan semua nilai data pada komponen dengan tujuan supaya dapat melihat kualitas dan kehandalan dari kinerja seluruh peralatan komponen yang terpasang. Pada penelitian ini pengujian dinamis dilakukan dengan beberapa cara antara lain pengujian presisi sensor dan jarak komunikasi LoRa Ra-02.

a. Pengujian Presisi sensor

Pengujian presisi sensor ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi ketepatan sensor dalam mendeteksi sebuah benda atau kondisi. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil pembacaan sensor dengan alat ukur yang digunakan dapat dilihat pada gambar 22 dan 23. Setelah data didapatkan pada penelitian ini data akan dilakukan proses perhitungan tingkat nilai *error* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Error (\%)} = \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Alat Ukur Pemanding}}{\text{Nilai Alat Ukur Pemanding}} \times 100\% \dots (4.1)$$



Gambar 24 Pengujian Presisi Sensor Suhu dan Sensor Tekanan
 Sumber: Dokumen Pribadi (2024)

Hasil dari pengujian perbandingan antara nilai sensor suhu Max 6675 K dengan alat ukur termometer dapat dilihat pada tabel 5 .

Tabel 5 Hasil Data *Real* Pengujian Dan Presisi Sensor Suhu Max 6675 K

No	Sensor Suhu Max 6675 K (° C)	Termometer (°C)	Error
1.	6,90	6,6	4,54%
2.	12,90	12,6	2,38%
3.	20,40	20,5	0,48%
4.	27,40	27,6	0,72%
5.	28,65	28,8	0,52%
6.	31,40	31,4	0%
7.	37,15	37,6	1,19%
8.	42,40	42,4	0%
9.	41,90	41,8	0,23%
10.	45,40	45,3	0,22%
11.	50,65	50,8	0,29%
12.	51,90	51,5	0,77%
13.	67,90	67,7	0,29%
14.	70,65	70,1	0,78%
15.	71,90	71,2	0,98%
16.	76,40	76,3	0,13%
17.	78,39	78,6	0,26%
18.	80,02	80,1	0,09%
19.	80,33	81,4	0,08%
20.	81,15	81,6	0,55%
21.	84,90	84,7	0,23%
22.	85,31	85,2	0,12%
23.	87,40	87,3	0,11%
24.	89,01	89,3	0,32%
25.	91,61	91,7	0,09%
26.	92,04	92,6	0,60%
27.	97,11	97,1	0,10%
28.	99,15	99,6	0,45%
29.	100,15	100,8	0,64%
30.	102,10	102,4	0,29 %
Rata -Rata Error			0,58%

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa hasil pengujian pada sensor suhu Max6675 K didapatkan sebuah hasil data *real* dengan percobaan pengujian tingkat suhu air mulai dari air yang dingin sampai air yang mendidih. Kemudian didapatkan juga sebuah persentase *error* terendah sebesar 0% pada nilai 42,40°C dan 31,40°C , untuk persentase *error* tertinggi sebesar 4,54% pada nilai 6,90°C. Selanjutnya untuk melihat hasil pengujian perbandingan dari sensor *pressure transmitter* dengan alat ukur pembanding *pressure gauge* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Hasil Data *Real* Pengujian Dan Presisi Sensor *Pessure Transmitter*

No	Sensor Tekanan 1 (Bar)	<i>Pressure Gauge</i> (Bar)	<i>Error</i>	No	Sensor Tekanan 2 (Bar)	<i>Pressure Gauge</i> (Bar)	<i>Error</i>
1.	0,28	0,29	3,44%	1.	0,23	0,22	4,54%
2.	0,30	0,31	3,22%	2.	0,25	0,24	4,16%
3.	0,34	0,33	3,03%	3.	0,28	0,29	3,44%
4.	0,41	0,43	4,65%	4.	0,30	0,30	0%
5.	0,44	0,45	2,22%	5.	0,35	0,36	2,77%
6.	0,50	0,51	1,96%	6.	0,41	0,43	4,65%
7.	0,57	0,55	3,63%	7.	0,44	0,45	2,22%
8.	0,59	0,60	1,66%	8.	0,48	0,46	4,34%
9.	0,62	0,61	1,63%	9.	0,50	0,50	0%
10.	0,66	0,64	3,12%	10.	0,57	0,56	1,78%
11.	0,69	0,70	1,42%	11.	0,59	0,60	1,66%
12.	0,70	0,68	2,94%	12.	0,64	0,61	4,91%
13.	0,71	0,72	1,38%	13.	0,69	0,68	1,47%
14.	0,75	0,75	0%	14.	0,70	0,72	2,77%
15.	0,77	0,78	1,28%	15.	0,73	0,75	2,66%
16.	0,78	0,76	2,63%	16.	0,75	0,76	1,31%
17.	0,80	0,79	1,26%	17.	0,77	0,78	1,28%
18.	0,84	0,81	3,70%	18.	0,80	0,82	2,43%
19.	0,85	0,83	2,40%	19.	0,81	0,83	2,40%
20.	0,88	0,89	1,12%	20.	0,84	0,86	2,32%
21.	0,91	0,90	1,11%	21.	0,87	0,88	1,13%
22.	0,96	0,95	1,05%	22.	0,89	0,90	1,11%
23.	0,97	0,96	1,04%	23.	0,92	0,94	2,12%
24.	0,98	0,99	1,01%	24.	0,96	0,95	1,05%
25.	0,99	1,01	1,98%	25.	0,98	0,99	1,01%
26.	1,01	0,98	3,06%	26.	0,99	1,00	1%
27.	1,02	1,00	2%	27.	1,00	1,00	0%
28.	1,04	1,02	1,96%	28.	1,01	1,02	0,98%
29.	1,07	1,05	1,90%	29.	1,04	1,03	0,97%
30.	1,08	1,07	0,93%	30.	1,05	1,06	0,94%
Rata-Rata <i>Error</i>			2,09%	Rata-Rata <i>Error</i>			2,04%

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa hasil pengujian pada sensor *pressure transmitter* didapatkan sebuah hasil data *real* dengan cara percobaan pengujian menutup aliran air yang mengalir secara bertahap sampai air benar-benar tidak bisa terbang ke tangki penampungan sehingga nilai tekanan akan terbaca oleh sensor *pressure transmitter* dan juga alat ukur *pressure gauge*. Kemudian didapatkan juga sebuah nilai persentase *error* untuk sensor tekanan 1 dengan nilai terendah sebesar 0% pada nilai 0.75 bar dan persentase *error* tertinggi sebesar 4.65% pada nilai 0.41 bar. Selanjutnya untuk persentase nilai *error* sensor tekanan 2 dengan nilai terendah sebesar 0% pada nilai 0.30 bar dan 0.50 bar , untuk persentase *error* tertinggi sebesar 4,91% pada nilai 0.64 bar.Selanjutnya untuk melihat hasil nilai data pengujian perbandingan dari sensor TDS dengan alat ukur pembanding TDS meter dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Hasil Data *Real* Pengujian Dan Presisi Sensor TDS

No	Jenis Air	PPM	TDS Meter	Error
1.	Air Aquades	154,11	152	1,38%
2.	Air Minum	201,94	199	1,47%
3.	Air Keran	221,76	223	0,55%
4.	Air Garam	301,04	310	2,89%
5.	Air Keruh	323,59	331	2,23%
Rata-Rata Error				1,70%

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Berdasarkan tabel 7 menunjukkan hasil data *real* pada pengujian sensor TDS dengan menggunakan percobaan pengujian beberapa sampel air untuk di ukur kualitas TDSnya dan juga di lakukan sebuah perhitungan untuk mengetahui persentase keerroran pada sensor tersebut menggunakan alat pembanding TDS meter. Kemudian didapatkan sebuah nilai *persentase error* untuk sensor konduktivitas TDS dengan nilai terendah sebesar 0.55% pada nilai 221.76 ppm dan persentase *error* tertinggi sebesar 2,89% pada nilai 301.04 ppm.



Gambar 25 Pengujian Presisi Sensor TDS

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

b. Pengujian Kondisi Alat

Pengujian sensor TDS juga dilakukan untuk mengetahui pembacaan jumlah nilai partikel padatan yang terlarut di dalam air. Menurut WHO (*World Health Organization*) air minum yang layak kita konsumsi adalah memiliki kadar TDS < 300 ppm. Pada penelitian ini pengujian ppm air menggunakan berapa jenis sampel air seperti air aquades, air minum, air keran, air garam, dan air keruh. Untuk melihat hasil dari pengujian kondisi sensor konduktivitas TDS ini dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 8 Hasil Pengujian kondisi sensor TDS Air

No	Jenis Air	PPM	Indikasi	Buzzer
1.	Air Aquades	154,11	Baik	OFF
2.	Air Minum	199,21	Baik	OFF
3.	Air Keran	220,39	Baik	OFF
4.	Air Garam	301,04	Kurang baik	ON
5.	Air Keruh	323,59	Kurang Baik	ON

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Berdasarkan tabel 8 pengetesan jenis air dapat disimpulkan bahwa sistem dapat membedakan antara air layak konsumsi dan tidak dengan batas maksimal layak konsumsi berada diantara 100-300 ppm saja apabila melebihi dari 300 ppm maka bisa dikatakan bahwa air tersebut banyak mengandung lapisan pengotor. Selanjutnya dilakukan pengujian juga terhadap peralatan sistem monitoring ini dalam mendeteksi apabila terjadi sebuah kebuntuan pada sistem *filter* pemisah antara air yang masuk dengan air yang keluar sesudah

melewati *filter*. Pengujian ini dilakukan dengan menutup *valve* pipa secara bertahap. Untuk melihat hasil data pengujian kondisi kebuntuan pada sistem dapat di lihat pada tabel 4.5.

Tabel 9 Hasil Pengujian Kondisi Kebuntuan Pada Sistem

No	Kondisi Buntu	Sensor Tekanan 1	Sensor Tekanan 2	Buzzer
1.	25%	0,26 bar	0,06 bar	ON
2.	50%	0,50 bar	0,03 bar	ON
3.	75%	0,74 bar	0,01 bar	ON
4.	100%	1,04 bar	0,00 bar	ON

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Berdasarkan tabel 9 pengujian kebuntuan pada sistem dapat dilakukan dengan baik bahwa sistem ini dapat menampilkan hasil perbandingan nilai data antara (*input*) tekanan 1 dan (*output*) tekanan 2 apabila terdapat kebuntuan pada sistem aliran air yang masuk dan keluar dengan hasil nilai data tekanan yang berbeda, dan kondisi *buzzer* dapat bekerja dengan baik apabila terjadi kebuntuan. Selanjutnya dilakukan pengujian juga terhadap kondisi peralatan sensor suhu Max 6675 K *type thermocouple* dalam mendeteksi tingkat *temperature* nilai air pada sistem dengan cara memasukan sensor suhu Max 6675 K kedalam media yang berisi air dengan nilai *temperature* air yang berbeda. Untuk melihat hasil dari pengujian kondisi sensor suhu Max 6675 K ini dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 10 Hasil Pengujian Kondisi *Temperature* Air

No	<i>Temperature</i> Nilai Air	Buzzer
1.	31,90	ON
2.	75,21	ON
3.	85,40	OFF
4.	98,65	OFF
5.	104,15	OFF

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Berdasarkan tabel 10 pengujian pada kondisi nilai *temperature* air dapat bekerja dengan baik sistem mampu menyalakan suara *buzzer* apabila terdapat pembacaan nilai *temperature* air di bawah 80°C dan mematikan suara *buzzer* apabila sistem mendeteksi nilai *temperature* air di atas 80°C.

c. Jarak Komunikasi LoRa Ra-02

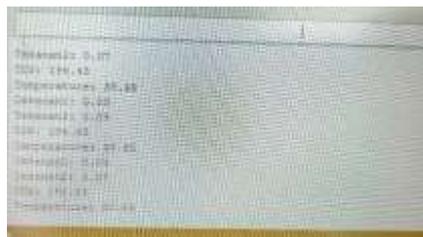
Untuk mendapatkan suatu kehandalan dari sistem monitoring ini dalam mengirimkan dan menerima nilai sebuah data menggunakan sistem *wireless* jaringan LoRa Ra-02. Pengujian LoRa-02 juga dilakukan dengan cara pengujian pengiriman sebuah nilai data dari *transceiver* ke *receiver* untuk saling terbaca nilai datanya dengan menggunakan pengukuran jangkauan jarak komunikasi secara bertahap melalui bantuan aplikasi *google maps* yang tertera pada gambar 25 Dimana pada pengujian ini hasil nilai data nantinya akan disamakan antara yang ada pada layar serial *transceiver* dengan data yang dikirimkan pada layar *receiver* LCD.

Kemudian untuk melihat hasil data dari kehandalan alat komunikasi LoRa Ra-02 antara *receiver* dan *transceiver* dalam mendapatkan tampilan hasil nilai datanya, maka hasil kesamaan data dapat dilihat pada tabel 9 dan tabel 10. Pengujian ini dilakukan dengan cara menyamakan hasil nilai data pembacaan dari sensor yang terbaca pada serial monitor sebagai *transceiver* dengan layar monitor LCD sebagai *receivernya*.



Gambar 26 Penunjukan Jarak Pada *Google Maps*
Sumber: Dokumen Pribadi (2024)

Selanjutnya dilakukan pengujian untuk modul Lora Ra-02 untuk mengetahui kehandalan pada komunikasi antara kedua alat yaitu *transceiver* dan *receiver* dalam mengirimkan data. Pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi kesaman data yang dikirimkan dengan bertahap menggunakan jarak.



Gambar 27 Tampilan *Transceiver* Serial Monitor
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)



Gambar 28 Tampilan *Receiver* Monitor LCD
Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Pada gambar 4.13 dan 4.14 dapat dilihat bahwa tingkat kesamaan data yang dikomunikasikan dan dikirimkan antara LoRa Ra-02 *transceiver* dengan LoRa Ra-02 *receiver* dapat ditampilkan di serial monitor dan layar LCD sangat akurat sesuai dengan data yang *real* dengan menggunakan beberapa tahap pengukuran jarak komunikasi. Kemudian untuk melihat hasil datanya dapat dilihat pada tabel 4.7 dan tabel 4.8.

Tabel 11 Hasil Data Pengujian Jarak LoRa Ra-02 Tanpa Obstacle

No	Jarak (Meter)	Suhu ($^{\circ}$ C)		TDS (ppm)		Tekanan 1 (bar)		Tekanan 2 (bar)		Kevalidan Data V/T	
		<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>	<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>	<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>	<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>	<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>
1.	0	30	30	194	194	0.03	0.03	0.06	0.06	V	V
2.	50	30	30	194	194	0.03	0.03	0.04	0.04	V	V
3.	100	30	30	194	194	0.04	0.04	0.07	0.07	V	V
4.	150	30	30	194	194	0.03	0.03	0.07	0.07	V	V
5.	200	30	30	194	194	0.03	0.03	0.07	0.07	V	V
6.	207	30	—	194	—	0.03	—	0.09	—	V	T

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Tabel 12 Hasil Data Pengujian Jarak LoRa Ra-02 Dengan Obstacle

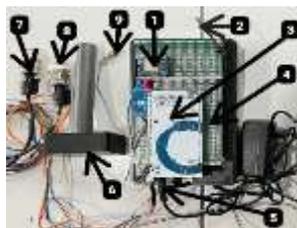
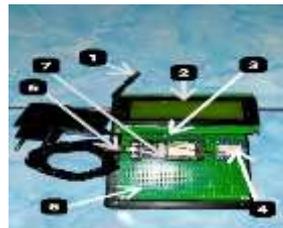
No	Jarak (Meter)	Suhu ($^{\circ}$ C)		TDS (ppm)		Tekanan 1 (bar)		Tekanan 2 (bar)		Kevalidan Data V/T	
		<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>	<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>	<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>	<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>	<i>Trv</i>	<i>Rcv</i>
1.	0	28	28	252	252	0.04	0.04	0.03	0.03	V	V
2.	25	28	28	253	253	0.03	0.03	0.07	0.07	V	V
3.	50	28	28	253	253	0.04	0.04	0.06	0.06	V	V
4.	75	28	28	253	253	0.03	0.03	0.07	0.07	V	V
5.	97	28	28	253	253	0.03	0.03	0.06	0.06	V	V
6.	100	28	—	253	—	0.04	—	0.03	—	V	T

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Berdasarkan Tabel 4.7 Sistem pengujian komunikasi jaringan LoRa Ra-02 dilakukan dengan bertahap pengujian pertama dilakukan tanpa *obstacle* mulai dari jarak 0 meter sampai 207 meter, Namun kedua LoRa Ra-02 tersebut hanya mampu mengirimkan data dari *transceiver* ke *receiver* dengan valid pada jarak maksimal 200 meter saja. Kemudian pada tabel 4.8 untuk pengujian kedua dilakukan menggunakan *obstacle* mulai jarak 0 Meter sampai 100 meter, namun kedua LoRa Ra-02 tersebut hanya mampu mengirimkan data dari *transceiver* ke *receiver* dengan valid pada jarak maksimal 97 meter saja.

Perakitan Komponen

Perakitan komponen merupakan suatu tahapan untuk menyatukan seluruh komponen yang ada menjadi satu kesatuan sehingga dapat tersusun dengan baik. Setelah semua komponen disatukan maka proses selanjutnya yaitu penataan komponen menggunakan sebuah PCB untuk saling terhubung dan ditempatkan secara rapih menggunakan papan box, *spacer* agar terlihat lebih aman.

(a). Alat *Transceiver*(b). Alat *Receiver*Gambar 29 Hasil Perakitan komponen *Transceiver* dan *Receiver*

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

KETERANGAN :

Alat Transceiver

1. LoRa Ra-02
2. Antena LoRa
3. Arduinomega 2560
4. PCB
5. Adaptor DC 12V
6. Sensor Konduktivitas TDS
7. Sensor Tekanan 2
8. Sensor Tekanan 1
9. Sensor Suhu Max 6675 K

Alat Receiver

1. Antena LoRa
2. LCD 20x4
3. Buzzer
4. LoRa Ra-02
5. PCB
6. Adaptor DC 5V
7. ESP32

Pemrograman Software

Pemrograman *software* merupakan sebuah tindakan yang dilakukan untuk memberikan perintah kepada masing-masing mikrokontroler yaitu Arduino mega2560 maupun ESP32 untuk melakukan pemrosesan data supaya saling berkomunikasi dengan baik satu sama lain sehingga menjadi satu kesatuan sistem monitoring kinerja *Fresh Water Generator*. Pada pemrograman ini menggunakan *software* Arduino IDE. Dan untuk penulisan bahasa pemrograman juga pada *software* Arduino IDE ini menggunakan bahasa C++ untuk memproses data maupun menuliskan perintah sebagai *output* proses. Pada penelitian ini penulisan pemrograman dapat dilihat pada lampiran.

Analisis Data

Analisa data merupakan suatu proses pengolahan data dari data yang telah diambil dengan tujuan untuk menemukan suatu informasi baru yang dapat digunakan untuk mengetahui kualitas serta kehandalan dari suatu sistem. Analisis data pada penelitian ini salah satunya dilakukan untuk mengetahui kehandalan suatu alat dalam melakukan pembacaan terhadap benda yang di ukur.

Tingkat presisi atau tingkat keerroran antara sensor suhu Max 6675 K dengan alat ukur termometer mendapatkan selisih perbedaan dengan rata-rata nilai *error* sebesar 0,58%. Kemudian untuk pengujian tingkat presisi pembacaan sensor *pressure transmitter* 1 dan 2 dengan pembanding alat ukur *pressure gauge* terdapat perbedaan selisih untuk sensor *pressure transmitter* 1 mendapatkan rata-rata nilai *error* sebesar 2,09% sedangkan untuk sensor *pressure transmitter* 2 mendapatkan rata-rata nilai *error* sebesar 2,04%. Dan untuk pengujian tingkat presisi pada sensor konduktivitas TDS mendapatkan rata-rata nilai *error* sebesar 1,70%. Namun ketika dilakukan perhitungan terhadap nilai *error* pada tiap kali percobaan terkadang

menghasilkan tingkat nilai *error* yang berbeda atau tidak konsisten. Dimana terkadang menghasilkan nilai *error* tinggi dan terkadang menghasilkan nilai *error* yang rendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor seperti stabilitas pengukuran, rentang pengukuran, perubahan karakteristik sensor, kualitas alat ukur referensi. Analisis data juga didapatkan dari hasil pengujian dinamis terhadap kondisi alat dimana pada saat dilakukan pengujian terhadap sebuah nilai tingkat konduktivitas TDS air, nilai kondisi jika terjadi kebuntuan pada *filter* pipa aliran, nilai *temperature* air maka komponen *buzzer* dapat bekerja dengan baik mengeluarkan peringatan tanda alarm *abnormal* yaitu ketika kondisi dimana nilai konduktivitas TDS air lebih dari 300 ppm, kondisi ketika terjadi kebuntuan aliran air pada filter *input* dan *output*, kondisi nilai *temperature* kurang dari 80 °C dan kemudian *buzzer* akan mati ketika keadaan kondisi sudah normal kembali.

Selanjutnya untuk analisa data terhadap komunikasi data menggunakan LoRa Ra-02 didapatkan jarak komunikasi maksimal LoRa Ra-02 dengan tanpa *obstacle* pada jarak 200 meter, sedangkan untuk yang melewati *obstacle* pada jarak 97 meter saja. Sesuai dengan *datasheet* yang didapatkan dari beberapa sumber tentang LoRa Ra-02 mengatakan bahwa LoRa Ra-02 ini mampu berkomunikasi dengan jarak maksimal 10 km, namun pada kenyataannya hanya dapat berkomunikasi saling mengirimkan nilai data *real* secara akurat pada jarak maksimal pada jarak 97 meter melewati *obstacle* dan 200 meter tanpa *obstacle*.

Kemudian setelah dilakukan penelitian terhadap hasil pengujian jarak pada LoRa Ra-02 didapatkan ada beberapa faktor menurunnya jangkauan sinyal gelombang frekuensi LoRa Ra-02 pada jarak yang tidak sesuai dengan *datasheet* LoRa Ra-02 yaitu seperti, kualitas produk LoRa Ra-02, kualitas antenna LoRa Ra-02 yang digunakan, kurangnya penguat sinyal pada antenna komunikasi LoRa Ra-02. Sehingga hal seperti inilah yang menyebabkan jarak jangkauan transmisi gelombang sinyal LoRa Ra-02 tidak bisa menyebar luas.

PENUTUP

Simpulan

Sesuai dengan batasan masalah, perancangan sistem, pengujian alat, perakitan alat serta telah dilakukan analisis data pembuatan sistem monitoring kinerja *Fresh Water Generator* menggunakan Arduino mega2560 dengan monitoring jarak jauh dengan sistem komunikasi jaringan LoRa Ra-02 diambil kesimpulan bahwa :

1. Semua komponen dapat bekerja dengan baik seperti *sensor pressure transmitter*, sensor suhu Max 6675 K, sensor TDS serta dapat memonitoring secara jarak jauh karena dapat mengirimkan nilai data yang *real* dan sama antara serial monitor *transceiver* dan layar monitor *receiver* LCD. Dan sistem ini dapat mengetahui kondisi seperti nilai *temperature*

pada air, nilai kualitas TDS air, dan kondisi aliran air berdasarkan pada aliran *input* dan *output* pada sistem kerja *fresh water generator*.

2. Untuk sensor suhu Max 6675 K memiliki tingkat rata-rata *error* dalam melakukan pembacaan terhadap sebuah kondisi *temperature* yaitu sebesar 0,58 % sehingga memiliki tingkat keakurasian pembacaan sebesar 99,42 %. Kemudian untuk sensor *pressure transmitter* 1 memiliki tingkat rata-rata *error* dalam melakukan pembacaan terhadap kondisi tekanan yaitu sebesar 2,09 % sehingga memiliki tingkat keakurasian pembacaan sebesar 97,91 %. Sedangkan untuk sensor *pressure transmitter* 2 memiliki tingkat rata-rata *error* sebesar 2,04 % sehingga memiliki tingkat keakurasian pembacaan sebesar 97,96%. Dan untuk sensor TDS memiliki nilai rata-rata *error* sebesar 1,70% sehingga memiliki tingkat keakurasian pembacaan sebesar 98,3%. Ketika dilakukan pengujian terhadap kondisi alat juga didapatkan dimana pada saat terjadi kondisi nilai TDS air diatas 300 ppm, nilai *temperature* di bawah 80°C, dan pada saat terjadi kebuntuan pada aliran air *buzzer* dapat bekerja dengan baik yaitu dapat mengeluarkan suara tanda alarm keadaan *abnormal*.
3. Jarak efektif pada saat melakukan komunikasi data antara *transceiver* dengan *receiver* secara *wireless* dapat berkomunikasi dengan jangkauan maksimal 200 meter dengan lingkungan tanpa *obstacle*, sedangkan untuk lingkungan dengan *obstacle* di sekitar mampu menjangkau pada jarak 97 meter saja. Sehingga jarak jangkauan LoRa Ra-02 ini belum sesuai dengan spesifikasi pada *data sheetnya*.

Saran

Berdasarkan pembuatan dan pengujian alat yang peneliti lakukan. Peneliti menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam membuat alat Sistem Monitoring Kinerja *Fresh Water Generator* Menggunakan Arduino mega 2560 berbasis komunikasi jaringan LoRa Ra-02 . Diharapkan dengan saran yang peneliti berikan dapat dikembangkan dan diperbaiki untuk kedepannya agar menjadi lebih sempurna lagi. Saran yang peneliti berikan adalah sebagai berikut :

1. Kembangkan kembali untuk tambahan penguat sinyal antena pada modul LoRa Ra-02 antara *receiver* dan *transceiver* supaya bisa lebih maksimal dalam saling berkomunikasi secara *wireless* untuk mengirimkan data.
2. Alat ini agar bisa untuk dikembangkan kedepannya tentang penambahan lebih banyak lagi terhadap jumlah sensor pada kinerja *fresh water generator* agar lebih detail dalam memonitoring semua kondisi yang ada saat proses produksi *fresh water generator* berlangsung.
3. Sempurnakan kembali untuk tempat pengaman, penyolderan pada perakitan penggabungan komponen agar lebih kuat dan tahan terhadap semua kondisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajar Rohmanu, A. (2018). Sistem sensor jarak aman pada mobil berbasis mikrokontroller Arduino Atmega328. *Jurnal STMIK Cikarang*, 3(1), 9.
- Amrullah, R. A., & Utami, E. P. (2022). Pencegahan terjadinya selisih jumlah muatan bahan bakar pada saat bunker Kapal Republik Indonesia (KRI) di PT. Pertamina Trans Kontinental Surabaya. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pendidikan Maritim* (pp. 199-214).
- Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020). Alat pantau jumlah pemakaian daya listrik pada alat. *Journal Name*, 1(1), 29–34.
- Asshidqi, A. F. (2023). Rancang bangun komunikasi antar LoRa node. *Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Dinamika*.
- Bersih, A. (2021). Sistem monitoring keadaan air berbasis Internet of Things (IoT). *Journal Name*, 8(2), 1029–1038.
- Kusumah, H., Pradana, R. A., Studi, P., Komputer, S., & Raharja, U. (2019). Penerapan trainer interfacing mikrokontroler dan Internet of Things berbasis ESP32 pada mata kuliah. *Journal Name*, 5(2), 120–134.
- Prasetyo, T. (2017). Analisis menurunnya produksi air tawar dari fresh water generator di MT. Spas Tiga (Diploma thesis, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang).
- Rahardjo, P. (2022). Sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 pada tanaman mangga harum manis Buleleng Bali. *Journal Name*, 21(1), 31–34.
- Ramady, G. D., Yusuf, H., Hidayat, R., Mahardika, A. G., & Lestari, N. S. (2020). Rancang bangun model simulasi sistem pendeteksi dan pembuangan asap rokok otomatis berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Informasi*, 6(2), 212–218. <https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2>
- Septiana, R., Roihan, I., & Karnadi, J. (2019). Calibration of K-type thermocouple and MAX6675 module with reference DS18B20 thermistor based on Arduino DAQ. *Journal Name*, 9–10.
- Sukmadinata, N. S. (2011). *Landasan psikologi proses pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Syahwil, M. (2013). *Panduan mudah simulasi dan praktek mikrokontroler Arduino*.
- Yulistiani, T. (2023). Alat pembatas arus adjustable limiter berbasis mikrokontroler (Sarjana thesis, Universitas Siliwangi).
- Zamora, R., Harmadi, H., & Wildian, W. (2016). Perancangan alat ukur TDS (Total Dissolved Solid) air dengan sensor konduktivitas secara real-time. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 7(1), 11-15.
- Zulkarnaen, D., Budiman, F., & Prihatiningrum, N. (2021). Sistem monitoring keadaan air berbasis Internet of Things (IoT). *E-Proceeding of Engineering*, 8(2), 1029–1038.