



Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Ketinggian Bahan Bakar pada *HFO Settling Tank* Berbasis IoT di MT. Quantum Harmony

Reyhan Batara Victorrahman¹, Agus Dwi Santoso², Elly Kusumawati³, Akhmad Kasan Gupron⁴

^{1,2,3,4}Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

Abstract. *This research aims to design a HFO Settling Tank monitoring simulation tool using an ultrasonic sensor that displays the fuel level in real time and accurately. The research that will be carried out is by utilizing Arduino Uno microcontroller technology and utilizing ultrasonic waves from ultrasonic sensors to determine a height in a tube container. These sensors as inputs will be received by Arduino Uno and the data results from the sensor will be displayed on the LCD and notification from the buzzer. In this study the authors used a research method in the form of the Rnd (Research and Development) method, which begins by analyzing and conducting in-depth research on an object or tool. Then the author designs a tool design which will then validate the design design, and revise the product if the design is deemed insufficient. For the last stage, testing the product, if the tool does not work according to the expected function, a redesign will be carried out. The result of this research is that the ultrasonic sensor is able to detect the height of the simulated container. The results of the detection are processed through Arduino and displayed on the LCD so that all parties can know the water level in the tube container.*

Keywords: *HFO Settling Tank, Arduino Uno, Ultrasonic Sensor.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan sebuah alat simulasi pengawasan *HFO Settling Tank* menggunakan sensor ultrasonik yang menampilkan ketinggian bahan bakar secara real time dan akurat. Penelitian yang akan dilakukan yaitu dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler Arduino Uno serta memanfaatkan gelombang ultrasonik dari sensor ultrasonik untuk mengetahui suatu ketinggian pada sebuah wadah tabung yang digunakan. Sensor-sensor ini sebagai inputan yang akan diterima oleh Arduino Uno dan hasil data dari sensor akan ditampilkan pada LCD dan notifikasi dari *buzzer*. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian berupa metode Rnd (Research and Development) yaitu dimulai dengan menganalisa dan melakukan penelitian mendalam tentang sesuatu benda atau alat. Kemudian penulis melakukan desain perancangan alat yang selanjutnya akan dilakukan validasi desain rancangan, serta merevisi produk jika rancangan tersebut dirasa kurang. Untuk tahap terakhir yaitu pengujian produk, apabila alat tidak bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan maka akan dilaksanakan perancangan ulang. Hasil dari penelitian ini adalah sensor ultrasonik mampu mendeteksi ketinggian pada wadah yang sudah disimulasikan. Hasil dari pendeteksian diproses melalui Arduino dan ditampilkan pada LCD sehingga semua pihak dapat mengetahui ketinggian air pada wadah tabung.

Kata Kunci: HFO Settling Tank, Arduino Uno, Sensor Ultrasonik.

1. PENDAHULUAN

Kapal merupakan sarana transportasi yang sering digunakan dalam berbagai aspek seperti transportasi, distribusi, pariwisata, dan dunia militer. Di era modern saat ini, banyak pengembangan yang telah dilakukan untuk mengubah suatu kontrol manual menjadi otomatis. Teknologi yang terus berkembang telah menghasilkan mesin otomatis dan perangkat elektronik yang menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan modern. Namun, sisi lain kemajuan ini juga bisa membawa dampak negatif jika tidak diatur dengan baik. Dampak-dampak tersebut termasuk risiko kecelakaan kerja, kurangnya pemeliharaan pada mesin kapal, polusi lingkungan, dan bahkan tingginya bahan bakar pada tangki.

Seperti peristiwa *overflow* bahan bakar saat pengisian bahan bakar dari *Double Bottom Tank* ke *HFO Settling Tank* yang terjadi pada kapal MT. Quantum Harmony di perairan Samudera Hindia, di duga karena sistem alarm *High Level Tank* tidak berfungsi dengan baik serta kelalaian masinis jaga dan juru minyak jaga tidak mengecek pada saat pengisian *HFO Settling Tank*. Peristiwa tersebut terjadi sekitar pukul 20.10 waktu setempat. Saat kejadian tersebut, kapal itu sedang berlayar dari Ras Tanura, Arab Saudi menuju Cilacap, Indonesia.

Kamar mesin pada MT. Quantum Harmony untuk pengawasan ketinggian bahan bakarnya pada tangki harian masih dalam bentuk manual, dengan gambarannya berdasarkan pantauan bandul ukur yang memperlihatkan kondisi tangki dalam keadaan penuh ataupun rendah. Sehingga diperlukan operator yang keluar dari ECR untuk meninjau kondisi tangki, lalu menghidupkan pompa.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk membuat simulasi pengawasan tangki harian bahan bakar berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonik yang menampilkan ketinggian bahan bakar yang terdapat pada *HFO Settling Tank* secara real time dan akurat, untuk menganalisa seberapa banyak bahan bakar tersisa yang diperlukan sebelum ditransfer ke FO Purifier tangki harian ke titik rendahnya dan siap kembali untuk menghidupkan transfer pump tanpa mengharuskan operator untuk keluar meninggalkan ECR. Dengan begitu proses pengawasan dapat lebih efisien.

Pada penelitian ini membuat suatu sistem pendeteksi ketinggian bahan bakar pada *HFO Settling Tank* berbasis IoT menggunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik dapat mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Karena menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik), sensor ini disebut sebagai sensor ultrasonik karena memanfaatkan pantulan gelombang suara untuk mengidentifikasi eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) Internet of Things adalah sebuah teknologi canggih yang pada dasarnya merujuk pada banyaknya device dan suatu system di seluruh dunia yang saling terhubung satu sama lain dengan menggunakan internet dan bisa saling berbagi data. (Selay dkk., 2022). Sementara, menurut Efendi, *Internet of Things (IoT)* merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus.(Efendi, 2018).

Settling Tank

Settling Tank mempunyai beberapa fungsi penting yang berkaitan dengan pengolahan bahan bakar diatas kapal. Di dalam tangki ini, merupakan proses transfer bahan bakar dari *Double Bottom Tank*, lalu disalurkan menuju *Settling Tank* untuk menyaring kotoran melalui *strainer* dan sebagai tangki penampung bahan bakar sebelum ditransfer ke *HFO Purifier*. Setelah itu, bahan bakar ditransfer ke *HFO Purifier* untuk melewati proses penyaringan kotoran dan air dengan gaya centrifugal. Sementara, menurut Cahyagi, di dalam *Settling Tank* kapal dirancang untuk menampung bahan bakar minyak dengan titik pembakaran minimal 600 derajat Celcius. Konsep pemakaian dua settling tank biasa digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan pengolahan bahan bakar. Satu *Settling Tank* akan digunakan untuk proses pengendapan, sedangkan tangki lainnya menyuplai kebutuhan ke *Service Tank*. Saat satu *Settling Tank* selesai diisi, tangki akan dipanaskan hingga 720 derajat centigrade, atau 40 derajat centigrade dibawah flash pointnya. (Cahyagi, 2016).

Arduino Uno

Arduino Uno merupakan rangkaian yang dibuat menggunakan mikrokontroler berbasis ATmega328 dan memiliki empat belas kaki digital *input* dan *output*. Enam kaki dari empat belas kaki digital ini dapat digunakan sebagai sinyal modulasi panjang gelombang (PWM). Sinyal PWM berfungsi untuk mengatur kecepatan perputaran motor. Arduino Uno memiliki 6 kaki analog *input*, kristal osilator dengan kecepatan jam 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah konektor listrik, sebuah kaki header dari ICSP, dan sebuah tombol reset yang berfungsi untuk mengulang program. (Silvia dkk., 2014). "Uno" memiliki sebuah arti yaitu satu dalam bahasa Italia dan diberi nama tersebut bertujuan untuk memberi tanda dalam peluncuran Arduino versi 1.0. Versi tersebut dijadikan sebuah referensi dalam pengembangan versi Arduino ke depannya. Model referensi untuk platform Arduino, Arduino Uno R3 adalah versi terbaru dari rangkaian board Arduino.

Liquid Crystal Display (LCD M1632)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan perangkat *display* yang paling umum dipasangkan ke mikrokontroler, mengingat ukurannya yang kecil dan kemampuan menampilkan karakter atau grafik yang lebih baik dibandingkan *display 7 segment* ataupun *alphanumeric*. (Arief, 2011). LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah modul penampil yang banyak digunakan karena tampilannya menarik. LCD yang paling banyak digunakan saat ini adalah LCD M1632 karena harganya cukup murah. (Budiharto & Firmansyah, 2005:43-44).

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Menurut Puspasari dkk. (2019), Sensor ultrasonik tipe HCSR04 merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek. Kisaran jarak yang dapat diukur sekitar 2-450 cm. Perangkat ini menggunakan dua pin digital untuk mengkomunikasikan jarak yang terbaca. (Puspasari dkk., 2019)

Buzzer

Buzzer merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah suatu getaran listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* juga tergolong komponen yang sering digunakan dikarenakan memiliki fungsi umum yaitu sebagai peringatan pada suatu rangkaian. *Buzzer* terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. (Sokop dkk., 2016)

LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) merupakan komponen yang dapat memancarkan cahaya ketika diberikan tegangan. LED umumnya digunakan pada rangkaian sebagai indikator visual untuk menunjukkan status atau kondisi dari sistem dan aplikasi yang dikendalikan oleh mikrokontroler. LED ini di hubungkan ke pin *output* mikrokontroler dan dapat diaktifkan dan di non-aktifkan melalui program pada mikrokontroler. LED ini umum digunakan karena penggunaan daya nya yang jauh lebih efisien serta relatif lebih tahan lama dibanding lampu lainnya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penulis menggunakan metode penelitian *Research and Development* (RnD). Penelitian *Research and Development* (RnD) digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian yang memiliki karakteristik analisis kebutuhan digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan untuk menguji keefektifan produk tersebut agar dapat digunakan oleh masyarakat umum.

Metode penelitian ini adalah penelitian untuk menghasilkan produk baru. Dalam penelitian *Research and Development* memiliki sepuluh tahap menurut Sugiyono dalam buku

Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan RnD. Sepuluh tahap tersebut dijabarkan sebagai berikut:

- 1) Potensi dan Masalah, yaitu tahap untuk mengidentifikasi potensi dan masalah dari fenomena yang ada untuk dijadikan bahan penelitian.
- 2) Mengumpulkan Informasi, yaitu tahap untuk mengumpulkan teori-teori yang akan dikaji dan digunakan dalam penelitian.
- 3) Desain produk, yaitu tahapan untuk merencanakan penelitian, menentukan tujuan, dan menentukan langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam penelitian. Hasil dari langkah ini adalah desain produk baru lengkap beserta spesifikasinya.
- 4) Validasi Desain, yaitu tahap untuk menilai apakah rancangan produk anak efektif dan efisien. Lembar validasi desain terlampir pada Lampiran 2.
- 5) Perbaikan Desain, desain yang sudah divalidasi oleh ahli dan diketahui kelemahannya selanjutnya diperbaiki dan dikembangkan lagi.
- 6) Uji Coba Produk, yaitu tahapan untuk melakukan uji coba awal dalam skala terbatas pada desain produk. Dilakukan untuk memastikan masing-masing komponen bekerja dengan baik.
- 7) Revisi Produk, yaitu melakukan perbaikan terhadap produk awal yang dihasilkan berdasarkan hasil uji coba awal. Perbaikan ini dapat dilakukan dengan mengkalibrasi ulang komponen yang belum sesuai.
- 8) Uji Coba Pemakaian, biasanya disebut uji coba utama yang mencakup seluruh komponen pada rancang bangun. Uji coba ini diharapkan sudah dapat menampilkan hasil pengukuran.
- 9) Revisi Produk, yaitu melakukan perbaikan final terhadap rancang bangun yang dikembangkan guna menghasilkan produk akhir.
- 10) Pembuatan Produk, yaitu tahapan tahapan menyebarluaskan produk atau rancang bangun yang dikembangkan kepada masyarakat luas, dalam hal ini rancang bangun sudah dapat diajukan hak patennya. (Sugiyono, 2011:297).

Pada penelitian ini, setiap komponen seperti mikrokontroler Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, LED, dan *buzzer* yang digunakan pada pemasangan desain rancang bangun alat ini. Maka dari itu rancangan diatur seperti yang diharapkan, dan rancangan komponen yang dilakukan para penelitian ini membutuhkan pengujian berkala untuk mendapatkan pembacaan sensor ultrasonik yang akurat.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah mempertimbangkan masalah potensial dan data yang telah dikumpulkan sebelumnya, penelitian ini melakukan langkah-langkah sesuai dengan metode penelitian dan pengembangan (R&D). Setelah itu, peneliti membuat desain produk, validasi desain, revisi desain, dan pengujian produk.

Desain Produk

Setelah mengumpulkan semua bahan dan alat maka selanjutnya adalah proses pengembangan sistem kontrol untuk mendeteksi ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik di sebuah wadah. Sistem dirancang semirip mungkin dengan *HFO Settling Tank* di kapal laut dan dibuat dengan menggunakan suatu wadah berbentuk tabung agar menyerupai tangki.

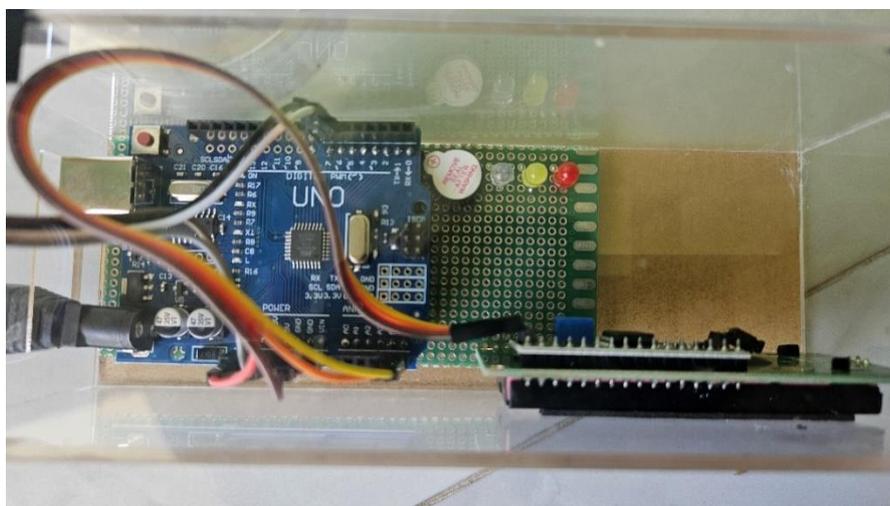


Gambar 1. Prototipe Alat Tampak Depan



Gambar 2. Prototipe Alat Tampak Belakang

Sistem diasumsikan sebagai alat pendeteksi tangki bahan bakar yang menggunakan Arduino Uno. Sumber daya didukung oleh baterai kotak 9 Volt. Rangkaian perangkat keras dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3. Struktur Rangkaian Perangkat Keras

Perangkat lunak IDE Arduino digunakan untuk melakukan pemrograman Arduino. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah C++, dengan hasil terstruktur. Setiap bagian disesuaikan satu sama lain untuk memastikan bahwa pengawasan ketinggian air tidak terganggu.

Validasi Desain

Validasi desain prototipe sistem kontrol untuk mendeteksi ketinggian bahan bakar dengan menggunakan sensor ultrasonik berdasarkan saran dan masukan dari pembimbing. Validasi Desain Produk dilakukan dengan bantuan dari Bapak Dr. Ir. Prihastono, M.T. Setelah melakukan integrasi dan memberikan prototipe sistem kontrol untuk mendeteksi ketinggian bahan bakar dengan menggunakan sensor ultrasonik kepada penguji, selanjutnya adalah menyajikan data hasil pengujian dari Instrumen Validasi Desain pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Instrumen Validasi Desain

No.	Bagian	Komponen	Hasil Pengujian
1.	Sensor Ultrasonik	Sensor Ultrasonik	Valid
2.	Controller / Arduino Uno	Menerima input / masukan	Valid
		Memproses data	Valid
		Menampilkan <i>output</i> / keluaran	Valid
3.	<i>Buzzer</i> , LED, LCD	<i>Buzzer</i>	Valid
		Lampu LED Hijau	Valid
		Lampu LED Kuning	Valid
		Lampu LED Merah	Valid
		LCD	Valid
4.	Integrasi Sistem	Sensor Ultrasonik – LED Hijau – LCD	Valid
		Sensor Ultrasonik – LED Kuning – LCD	Valid
		Sensor Ultrasonik – LED Merah – LCD	Valid

Program Arduino juga mendapatkan validasi dan dipastikan untuk tidak ada kesalahan atau error saat di-compile maupun saat di-upload. Selain itu, program yang ditulis disesuaikan dengan alur kerja sistem. Berikut ini adalah gambar dari kode pemrograman pada *software* Arduino IDE.

```

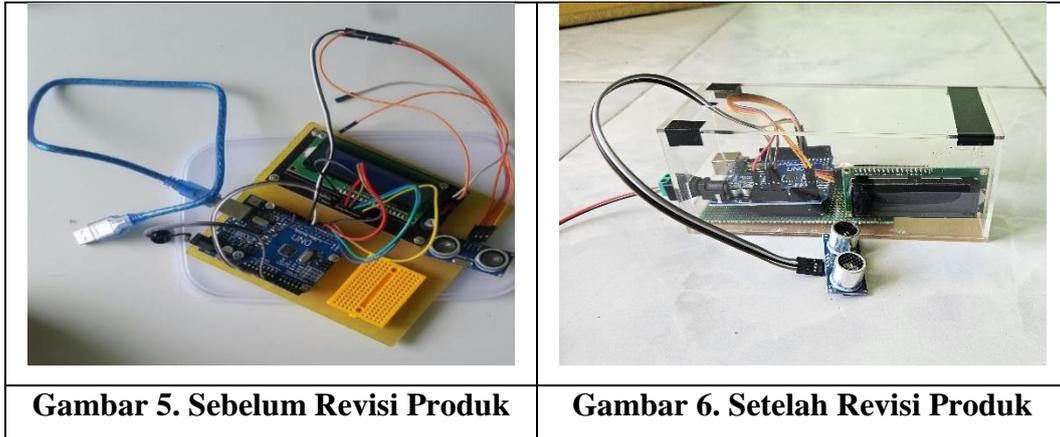
4  const int redLamp = 2;
5  const int yellowLamp = 3;
6  const int greenLamp = 4;
7  const int buzzerPin = 5;
8  const int trigPin = 6;
9  const int echoPin = 7;
10
11 long timer;
12 int distance;
13 const int bahaya = 13;
14 const int waspada = 10;
15 const int awas = 8;
16 const int aman = 3;
17 int minLimit = 16; // Batas atas (ketika kosong)
18 int maxLimit = 5; // Batas bawah (ketika ada isi maksimal)
19
20 void setup() {
21   Serial.begin(9600);
22   pinMode(redLamp, OUTPUT);
23   pinMode(yellowLamp, OUTPUT);
24   pinMode(greenLamp, OUTPUT);
25   pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

```

Gambar 4. Program Coding pada Arduino

Revisi Desain

Setelah melakukan validasi produk maka ada beberapa hal yang perlu direvisi untuk menyempurnakan produk. Pada prototipe alat rancangan sebelumnya tidak menggunakan wadah sebagai tempat rancangan *hardware*, namun karena tampilan kurang menarik dan tidak aman untuk komponen *hardware* nya maka ditambahkan sebuah wadah akrilik untuk melindungi komponen – komponen *hardware* alat tersebut.



Gambar 5. Sebelum Revisi Produk

Gambar 6. Setelah Revisi Produk

Program Arduino juga mendapatkan revisi terkait dengan jarak minimal untuk ketinggian level waspada, awas dan bahaya. Berikut ini adalah gambar dari revisi kode pemrograman pada *software* Arduino IDE.

```

4  const int redLamp = 2;
5  const int yellowLamp = 3;
6  const int greenLamp = 4;
7  const int buzzerPin = 5;
8  const int trigPin = 6;
9  const int echoPin = 7;
10
11 long timer;
12 int distance;
13 const int bahaya = 12;
14 const int waspada = 9;
15 const int awas = 6;
16 const int aman = 3;
17 int minLimit = 16; // Batas atas (ketika kosong)
18 int maxLimit = 5; // Batas bawah (ketika ada isi maksimal)
19
20 void setup() {
21   Serial.begin(9600);
22   pinMode(redLamp, OUTPUT);
23   pinMode(yellowLamp, OUTPUT);
24   pinMode(greenLamp, OUTPUT);
25   pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

```

Gambar 7. Kode Sebelum Revisi

```

4  const int redLamp = 2;
5  const int yellowLamp = 3;
6  const int greenLamp = 4;
7  const int buzzerPin = 5;
9  const int echoPin = 7;
10
11 long timer;
12 int distance;
13 const int bahaya = 13;
14 const int waspada = 10;
15 const int awas = 8;
16 const int aman = 3;
17 int minLimit = 16; // Batas atas (ketika kosong)
18 int maxLimit = 5; // Batas bawah (ketika ada isi maksimal)
19
20 void setup() {
21   Serial.begin(9600);
22   pinMode(redLamp, OUTPUT);
23   pinMode(yellowLamp, OUTPUT);
24   pinMode(greenLamp, OUTPUT);
25   pinMode(buzzerPin, OUTPUT);

```

Gambar 8. Kode Setelah Revisi

Pengujian Produk

Peneliti menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 yang difungsikan untuk melakukan pengoperasian sistem pendeteksi ketinggian bahan bakar pada *HFO Settling Tank*, adapun cara kerja dan *wiring diagram* nya sebagai berikut :

- 1) Sensor Ultrasonik di hubungkan dengan Arduino Uno dengan *supply power* 5v DC lalu sensor akan membaca level air pada jarak 2 cm hingga 4 meter.
- 2) Sensor Ultrasonik akan membaca ketinggian air pada wadah sesuai dengan level ketinggian air yang sudah di setting atau di atur dengan teknis sebagai berikut:
 - a. Minimum Ketinggian air 0 cm dengan kategori aman
 - b. Minimum Ketinggian air 8 cm dengan kategori awas
 - c. Minimum Ketinggian air 10 cm dengan kategori waspada
 - d. Minimum Ketinggian air 13 cm dengan kategori bahaya



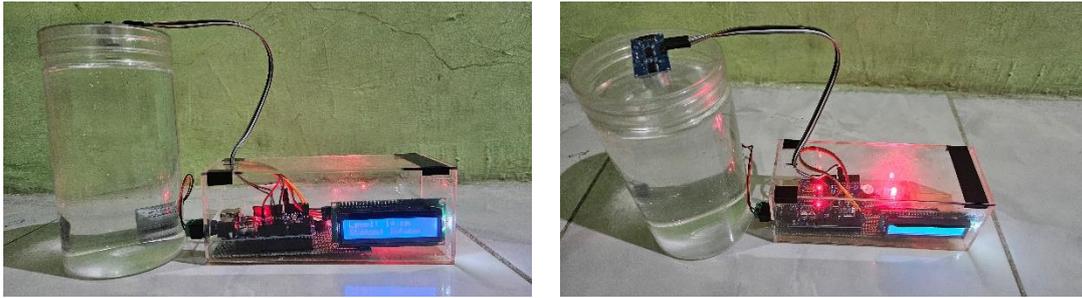
Gambar 9. Pengujian Alat dengan kategori Aman



Gambar 10. Pengujian Alat dengan kategori Awas



Gambar 11. Pengujian Alat dengan kategori Waspada



Gambar 12. Pengujian Alat dengan kategori Bahaya

Pada keempat gambar di atas merupakan pengambilan data saat pengujian alat, Peneliti melakukan pengambilan data menggunakan air sebagai uji coba pada wadah yang diputuskan dalam pengambilan data pada tabel 2 ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Alat

Kategori Level	Ketinggian Air
Aman	3 cm
Awas	9 cm
Waspada	12 cm
Bahaya	14 cm

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan sehingga menghasilkan produk prototipe sistem pendeteksi ketinggian bahan bakar menggunakan sensor ultrasonik pada *HFO Settling Tank*, serta telah dilakukan pengujian maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu.

- 1) Rancang bangun sistem pendeteksi ketinggian bahan bakar pada *HFO Settling Tank* berbasis IoT di MT. Quantum Harmony dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi ketinggian bahan bakar secara real time dan akurat. Berikut adalah langkah-langkahnya:
 - a. Pemilihan Sensor Ultrasonik: Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian bahan bakar. Sensor ini mengubah besaran fisik (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya, menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengidentifikasi eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu.
 - b. Penggunaan Arduino Uno: Teknologi mikrokontroler Arduino Uno digunakan untuk menerima input dari sensor ultrasonik dan mengolah data tersebut. Arduino Uno menerima sinyal dari sensor ultrasonik dan mengirimkan data ke layar LCD dan buzzer untuk memberikan notifikasi.

- c. Desain dan Perancangan Alat: Peneliti melakukan desain perancangan alat yang melibatkan analisis dan penelitian mendalam tentang alat yang akan dibuat. Desain ini kemudian diuji dan direvisi jika dirasa kurang.
- d. Validasi Desain: Desain perancangan alat diuji dan diperbaiki jika perlu. Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa alat bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan.
- e. Pengujian Produk: Produk yang dirancang diuji untuk memastikan bahwa alat bekerja dengan benar dan dapat mendeteksi ketinggian bahan bakar dengan akurat. Hasil pengujian ini digunakan untuk menyesuaikan desain jika diperlukan.
- f. Implementasi dan Pemantauan: Sistem yang dirancang diimplementasikan di MT. Quantum Harmony untuk memantau ketinggian bahan bakar pada HFO Settling Tank. Sistem ini memberikan notifikasi secara real time melalui layar LCD dan buzzer, sehingga operator dapat mengontrol ketinggian bahan bakar dengan lebih efisien.

Dengan menggunakan sensor ultrasonik dan teknologi Arduino Uno, sistem ini dapat mendeteksi ketinggian bahan bakar dengan akurasi yang tinggi, membantu dalam pengawasan dan pengontrolan bahan bakar di kapal.

- 2) Kinerja rancang bangun sistem pendeteksi ketinggian bahan bakar pada *HFO Settling Tank* berbasis sensor ultrasonik di MT. Quantum Harmony dapat dilihat dari beberapa aspek berikut:

- a. Akurasi Deteksi: Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mendeteksi ketinggian bahan bakar. Sensor ini mengeluarkan gelombang ultrasonik pada *transmitter* dan akan diterima oleh *receiver*.
- b. Penggunaan Mikrokontroler: Mikrokontroler Arduino Uno digunakan untuk mengendalikan LCD dan mengolah data dari sensor ultrasonik. Mikrokontroler ini dapat menghubungkan sensor ultrasonik ke LCD untuk menampilkan ketinggian bahan bakar secara real-time.
- c. Penggunaan Sistem Alarm: Sistem alarm yang dapat mengirimkan notifikasi jika ketinggian bahan bakar mencapai batas minimum. Sistem alarm ini berupa *buzzer* yang dapat menginformasikan kru kapal.
- d. Pengujian dan Kalibrasi: Pengujian dan kalibrasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dan akurat. Pengujian ini meliputi pengujian pengukuran menggunakan sensor ultrasonik dan di cek setiap level sebanyak 4 kali .

- e. Hasil Pengujian: Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi ketinggian bahan bakar dengan akurat dan dapat menampilkan nilai ketinggian dalam satuan cm yang nantinya akan di tampilkan di LCD. Sistem juga dapat memberikan peringatan dengan menyalakan *buzzer* ketika ketinggian muka air telah mencapai batas yang telah ditentukan.

Dengan demikian, kinerja rancang bangun sistem pendeteksi ketinggian bahan bakar pada *HFO Settling Tank* berbasis sensor ultrasonik di MT. Quantum Harmony dapat dianggap efektif dan akurat dalam mendeteksi ketinggian bahan bakar serta memberikan peringatan secara real-time. Sistem ini dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional kapal dan memastikan keselamatan operasional.

Saran

Berdasarkan perancangan, pengembangan, dan pengujian produk prototipe yang telah dilakukan maka ada beberapa saran yang dapat dilaksanakan untuk penelitian selanjutnya yaitu.

- 1) Menambahkan sistem *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan *mobile phone* maupun *web site* sehingga dapat di monitoring secara *real time*.
- 2) Sensor ultrasonik ini bisa di kembangkan dan di simulasikan menggunakan I/O *hardware* dan *software* dengan diberikan pompa otomatis untuk mengisi tangki secara otomatis dan ketika bahan bakar sudah dalam kriteria penuh akan berhenti secara otomatis.
- 3) Dibutuhkan pengembangan pada sensor ultrasonik ini supaya bisa tahan air, karena jika terkena air sensor ini bisa error bahkan bisa rusak.
- 4) Menambahkan tes guncangan pada saat pengujian ketinggian bahan bakar agar dapat menyerupai selayaknya fungsi pendeteksi ketinggian bahan bakar diatas kapal.

REFERENSI

- Arief, U. M. (2011). Pengujian sensor ultrasonik PING untuk pengukuran level ketinggian dan volume air. *09(2)*. Diakses pada 10 Januari 2024.
- Br Pelawi, S. D., & Manan, S. (2017). Sistem monitoring volume air menggunakan sensor ultrasonik dan monitoring output volume air menggunakan flow meter berbasis Arduino. *Gema Teknologi, 19(2)*, 6–9. <https://doi.org/10.14710/gt.v19i2.21863> Diakses pada 28 Januari 2024.
- Budiharto, W., & Firmansyah, S. (2005). *Elektronika digital dan mikroprosesor*. ANDI. Diakses pada 20 Februari 2024.
- Cahyagi, D. (2016). Simulasi otomatisasi sistem transfer dan separasi bahan bakar kapal HFO dengan menggunakan PLC Siemens. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Diakses pada 5 Maret 2024.
- Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IoT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry Pi berbasis mobile. *4(1)*. Diakses pada 7 Maret 2024.
- Hariningrum, R., & Utomo, S. B. (2023). Sistem kontrol alarm pada tangki bahan bakar. <https://doi.org/10.31331/maristec.v4i1> Diakses pada 6 Juni 2024.
- Nasir, M., Mudhoffar, M. A., & -, N. (2019). Perancangan sistem monitoring volume bahan bakar pada prototype Sephull Bubble Vessel. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim, 4(1)*, 29–34. <https://doi.org/10.29122/jurnalwave.v4i1.3540> Diakses pada 4 Juni 2024.
- Puspasari, F., Fahrurrozi, I., Satya, T. P., Setyawan, G., Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor ultrasonik HCSR04 berbasis Arduino Due untuk sistem monitoring ketinggian. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 15(2)*, 36. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393> Diakses pada 10 Juni 2024.
- Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Wahyudi, M. I. B., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). Internet of Things. *Karimah Tauhid, 1(6)*, 860–868. Diakses pada 9 Mei 2024.
- Silvia, A. F., Haritman, E., & Muladi, Y. (2014). Rancang bangun akses kontrol pintu gerbang berbasis Arduino dan Android. *ELECTRANS, 13(1)*, 1–10. Diakses pada 06 Juni 2024.
- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., & Eng, M. (2016). Trainer periferan antarmuka berbasis mikrokontroler Arduino Uno. *5*, 13–23. Diakses pada 20 Mei 2024.
- Sugiyono. (2011). *Metode penelitian pendidikan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. Diakses pada 09 April 2024.