

Prototipe Sistem *Monitoring* dan *Controlling* HSD Tank PLTGU Grati Berbasis IoT

Mokhammad Saddam Yusuf
Jurusan Teknik Elektro
Universitas Widyagama Malang
Malang, Indonesia
sadamusyuf07@gmail.com

Gigih Priyandoko
Jurusan Teknik Elektro
Universitas Widyagama Malang
Malang, Indonesia
gigih@widyagama.ac.id

Sabar Setiawidayat
Jurusan Teknik Elektro
Universitas Widyagama Malang
Malang, Indonesia
sabarset@widyagama.ac.id

Diterima : Mei 2022
Disetujui : Juni 2022
Dipublikasi : Juli 2022

Abstrak—PLTGU Grati memiliki tangki bahan bakar minyak (HSD tank) dengan kapasitas 20.000 kl. Volume minyak di dalam tangki harus selalu dipantau agar tidak terjadi kelebihan kapasitas saat pengisian maupun kekurangan bahan bakar saat proses produksi listrik. Pengukuran volume tangki masih dilakukan secara manual menggunakan *Sounding Tape Richter*. Pengukuran level tangki secara manual tentunya tidak efektif dan efisien, serta memungkinkan terjadinya kesalahan pembacaan skala pada meteran yang dapat mengakibatkan perhitungan persediaan bahan bakar minyak tidak akurat. Penelitian ini dilakukan untuk merancang sebuah perangkat keras untuk *monitoring* persediaan bahan bakar minyak menggunakan sensor *ultrasonic* HC-SR04, *monitoring* temperatur bahan bakar minyak menggunakan sensor suhu DS18B20, sistem pendeteksi kebakaran di sekitar tangki bahan bakar minyak menggunakan sensor api SEN-0004 dan sensor asap MQ-7, serta kendali manual untuk mengoperasikan pompa *transfer* saat proses pengisian tangki bahan bakar dari jarak jauh. Hasil pengukuran sensor ditampilkan pada Aplikasi Blynk dan LCD 20x4 Characters. Berdasarkan analisis hasil pengujian menggunakan *software* SPSS dengan metode *Independent Sample T-test* diketahui bahwa sensor *ultrasonic* HC-SR04 memiliki nilai signifikansi pengukuran level sebesar 0,893 dan pengukuran volume sebesar 0,953, sedangkan sensor suhu DS18B20 memiliki nilai signifikansi pengukuran suhu sebesar 0,990. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil yang signifikan antara hasil pembacaan sensor dengan alat ukur standar.

Kata Kunci—Tangki HSD, *Monitoring*, *Internet of Things*, *Sensor Ultrasonic*.

Abstract—Grati Combined Cycle Power Plant has a fuel oil tanks (HSD tanks) with a capacity of 20.000 KL. The volume of oil in the tank must always be monitored so that there is no excess capacity when filling or shortage of fuel during the electricity production process. Measurement of the volume of the tank is still done manually using *Sounding Tape Richter*. Manually measuring the tank level is certainly not effective and efficient, and allows for an error in reading the scale on the meter which can result in inaccurate fuel oil inventory calculations. This research was conducted to design a hardware device for monitoring fuel oil inventories using an ultrasonic sensor HC-SR04, monitoring fuel oil temperature using a DS18B20

temperature sensor, a fire detection system around the fuel oil tank using a fire sensor SEN-0004 and smoke sensor MQ-7, as well as manual control to remotely operate the transfer pump during the fuel tank filling process. Sensor measurement results are displayed on the Blynk Application and the 20x4 Characters LCD. Based on the analysis of test results using SPSS software with the Independent Sample T-test method, it is known that the ultrasonic sensor HC-SR04 has a level measurement significance value of 0.893 and a volume measurement of 0.953, while the DS18B20 temperature sensor has a temperature measurement significance value of 0.990. These results indicate that there is no significant difference between the results of sensor readings and standard measuring instruments.

Keywords—HSD Tank, *Monitoring*, *Internet of Things*, *Ultrasonic Sensors*.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peranan yang sangat penting dalam upaya meningkatkan pertumbuhan ekonomi, akan tetapi tingginya kebutuhan energi listrik belum sepenuhnya terpenuhi karena keterbatasan sumber daya yang ada. PLTGU Grati merupakan salah satu pembangkit listrik yang dimiliki PT Indonesia Power yang turut berperan dalam penyediaan energi listrik. PLTGU Grati memiliki tiga unit Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) dengan total daya mampu terpasang sebesar 1350 MW [1]. Bahan bakar yang digunakan dalam proses produksi listrik di PLTGU dapat berupa bahan bakar minyak (*High Speed Diesel/Solar*) maupun bahan bakar gas. PLTGU Grati memiliki tangki timbun *High Speed Diesel* (HSD tank) dengan kapasitas 20.000 kl. Volume minyak di dalam tangki HSD harus selalu dipantau agar tidak terjadi kelebihan kapasitas saat pengisian maupun kekurangan bahan bakar saat proses produksi. Pengukuran volume tangki saat ini masih dilakukan secara manual menggunakan metode mekanis berupa *Sounding Tape Richter* atau pengukuran langsung level bahan bakar minyak dari atap tangki, selanjutnya hasil pengukuran level dikonversi menjadi volume melalui perhitungan pada *Ms. Excel*. Hal ini mengakibatkan operator pembangkit listrik harus melakukan pemantauan persediaan tangki secara rutin dan manual. Pengukuran ketinggian bahan bakar minyak

secara manual tentunya tidak efektif dan efisien karena harus mencari posisi batas tercelupnya batang galah di dalam zat cair serta memungkinkan terjadinya kesalahan pembacaan skala pada meteran yang dapat mengakibatkan perhitungan persediaan bahan bakar minyak tidak akurat, terlebih apabila pengukuran dilakukan pada malam hari dengan kondisi penerangan yang kurang memadai di sekitar tangki bahan bakar minyak [2][3].

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang demikian pesat terutama dibidang elektronika dan instrumentasi telah memungkinkan dirancangnya berbagai alat ukur elektronik digital yang dapat membantu memudahkan pekerjaan manusia. Alat ukur ini biasanya merupakan suatu sistem instrumentasi yang terdiri atas sensor elektronik, pengkondisi sinyal, pemroses, dan penampil hasil yang diukur [4]. Di sisi lain, saat ini teknologi *Internet of Things* (IoT) telah banyak digunakan diberbagai aplikasi untuk mempermudah kebutuhan manusia. IoT merupakan kumpulan dari benda-benda yang dilengkapi dengan sensor-sensor yang sesuai dengan fungsinya dan terhubung melalui jaringan *internet* dan sering disebut dengan sistem jaringan di dalam jaringan [5][6][7]. Sistem IoT berfungsi untuk mengumpulkan data-data yang dihasilkan oleh masing-masing benda yang terhubung ke *internet* untuk dapat diolah dan dianalisis menjadi informasi yang berguna, sehingga nantinya dapat digunakan untuk mengontrol dan memonitor benda tersebut [8][9][10]. Perangkat pendukung aplikasi IoT saat ini telah banyak bermunculan, salah satunya adalah *Blynk App*. *Blynk* adalah aplikasi untuk *iPhone Operating System* (iOS) dan *Operating System* (OS) Android yang digunakan untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi, dan sejenisnya melalui *internet* [11]. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat keras (hardware), menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain [12]. Aplikasi *Blynk* memiliki tiga komponen utama yaitu Aplikasi, *Server*, dan *Libraries* [11][13].

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang merancang sistem *monitoring* level pada tangki, sistem *monitoring* tersebut dapat dirancang dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik berbasis mikrokontroler [14][15], aplikasi *website* dan *SMS gateway* [16], serta berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan modul *WiFi* NodeMCU ESP8266 [13][17]. Penelitian yang dilakukan Hadi Septia Sendi (2018) tentang Sistem *Monitoring* Jumlah Sisa Volume Minyak *Underground Tank*, menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO sebagai pusat pengendali yang dapat melakukan pengukuran sisa minyak pada tangki dengan *output* berupa tampilan LCD 16x2 *characters* dan buzzer. Parameter yang ditampilkan pada LCD berupa level dan volume tangki, serta buzzer digunakan sebagai alarm saat kondisi tangki level *low*. Penelitian tersebut masih memiliki kekurangan karena hasil pembacaan alat tidak dapat dilakukan dari jarak jauh [2].

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Erick Sorongan, Qory Hidayati, dan Kuat Priyono (2018) tentang Sistem *Monitoring* Tangki SPBU Berbasis *Internet of Things* mampu memberikan informasi secara *real time* kepada pengguna yang memantau kondisi volume tangki secara terus menerus tanpa harus mengecek ke lapangan. Dengan sistem berbasis android yang dilengkapi modul *WiFi* yang tertanam pada NodeMCU ESP8266 untuk berkomunikasi dengan perangkat aplikasi pendukung IoT berupa *ThingSpeak* [4].

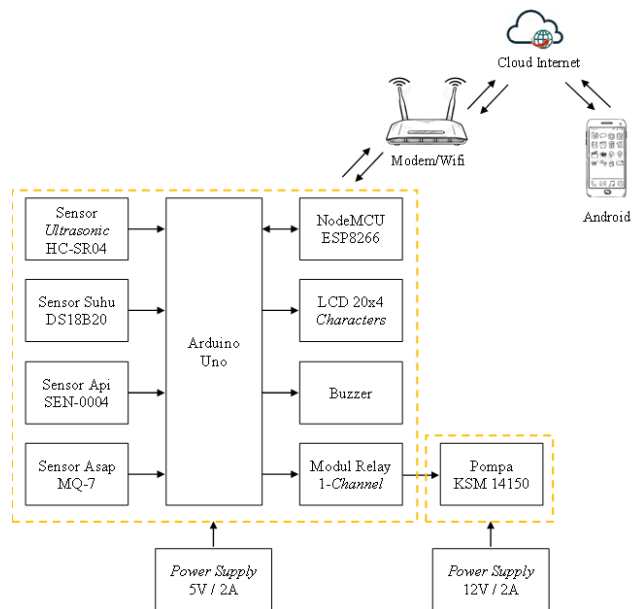
Namun dari kedua penelitian di atas hanya sebatas *monitoring* saja tanpa sistem kendali secara manual dari jarak jauh.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, perlu dikembangkan Sistem *Monitoring* dan *Controlling* Tangki Bahan Bakar Minyak (HSD *Tank*) PLTGU Grati Berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini dilakukan untuk merancang sebuah perangkat keras untuk *monitoring* persediaan bahan bakar (level dan volume), temperatur bahan bakar, serta sistem pendeteksi kebakaran di sekitar tangki bahan bakar menggunakan sensor asap dan sensor api. Kemampuan kendali manual juga dibutuhkan untuk mengoperasikan pompa saat proses pengisian tangki bahan bakar dari jarak jauh. Dengan sistem ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam peningkatan pelayanan khususnya pada saat unit pembangkit PLTG diminta *start* oleh *dispatcher* dengan menggunakan BBM untuk memenuhi kebutuhan beban sehingga menghindari defisit penyediaan energi listrik agar tidak terjadi pemadaman.

II. METODE

A. Perancangan Arsitektur Sistem

Perancangan arsitektur sistem secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram

Berdasarkan blok diagram perancangan sistem, dapat dilihat bahwa *input* rangkaian terdiri dari Sensor *Ultrasonic* HC-SR04, Sensor Suhu DS18B20, Sensor Api SEN-0004, dan Sensor Gas MQ-7. Selanjutnya data hasil pembacaan dari sensor akan diproses dan dikirimkan oleh Arduino Uno ke NodeMCU ESP8266 melalui modem/wifi sehingga dapat terhubung pada *cloud internet*. Data dari *cloud internet* selanjutnya dapat dimonitoring dan dikontrol oleh perangkat yang memiliki akses ke *cloud internet* yaitu *smartphone* melalui Aplikasi *Blynk*. Modul Relay merupakan *output* yang dikendalikan oleh Arduino Uno untuk dapat mengontrol pompa pengisian tangki bahan bakar minyak melalui *smartphone* android, seperti diketahui bahwa *port* Arduino tidak dapat menggerakkan pompa secara langsung karena keterbatasan sumber tegangan yang dimilikinya. LCD 20x4 *characters* berfungsi untuk menampilkan data pengukuran sensor di lapangan, sedangkan buzzer digunakan sebagai

output sistem pendeteksi kebakaran di sekitar lokasi tangki bahan bakar. Penambahan Arduino Uno yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 sebagai bagian pemroses data dilakukan untuk memisahkan sistem blynk dengan sistem pendeteksi kebakaran, sehingga apabila terjadi gangguan pada sistem blynk, Sensor Api SEN-0004 dan Sensor Asap MQ-7 tetap dapat melakukan *monitoring* status kebakaran dengan *output* berupa buzzer.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan dalam penelitian mencakup berbagai peralatan kerja dan komponen yang digunakan dalam proses perancangan sistem. Peralatan kerja yang digunakan dalam perakitan alat ini meliputi komputer/laptop yang digunakan dalam pemrograman arduino IDE. *Smartphone* sebagai penampil data hasil pengukuran melalui Aplikasi Blynk. *Toolset* Mekanik digunakan untuk menunjang pembuatan perangkat mekanik. Multimeter digunakan untuk uji coba rangkaian elektronik. Kabel mikro USB untuk proses *upload* program dari laptop ke *board* Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266. Untuk bahan penelitian meliputi perangkat keras yang digunakan secara langsung dalam perancangan sistem secara keseluruhan. Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

TABEL 1. ALAT PENELITIAN

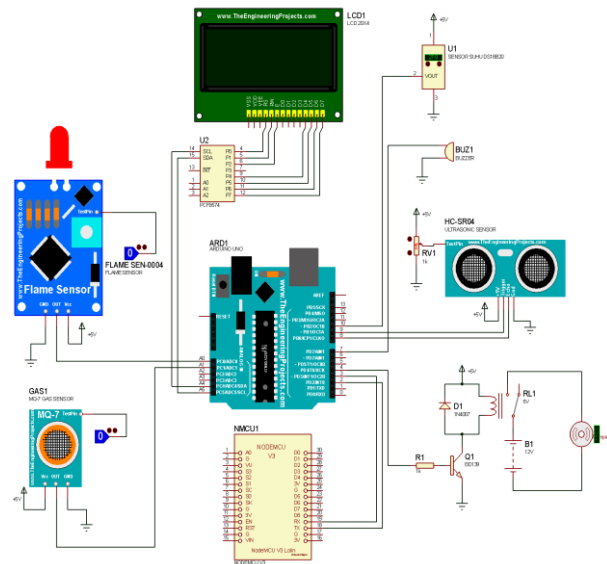
No	Nama Alat	Jumlah
1	Personal Computer / Laptop	1 pcs
2	Smartphone	1 pcs
3	Tool Set Mekanik	1 set
4	Multimeter	1 pcs
5	Kabel Mikro USB	1 set

TABEL 2. BAHAN PENELITIAN

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Arduino Uno	1 pcs
2	NodeMCU ESP8266	1 pcs
3	Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	1 pcs
4	Sensor Suhu DS18B20	1 pcs
5	Sensor Api (<i>Flame Infrared</i>) SEN-0004	1 pcs
6	Sensor Asap/Gas MQ-7	1 pcs
7	Modul Relay 1-Channel	1 pcs
8	Buzzer	1 pcs
9	Pompa Air Mini KSM 14150	1 pcs
10	LCD 20x4 Characters	1 pcs
11	Power Supply 12 V, 2 A	1 pcs
12	Power Supply 5 V, 2 A	1 pcs
13	Prototipe Tangki Bahan Bakar Minyak	1 pcs
14	Prototipe Kapal Tongkang	1 pcs
15	Pipa/Selang	1 pcs
16	Keran/ <i>Valve</i>	1 pcs
17	Box Rangkaian Elektronik	1 pcs
18	Kabel <i>Jumper</i>	secukupnya
19	Besi Penyangga	3 m
20	Papan Kayu	1 x 1 m ²

C. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Sesuai hasil rancangan arsitektur sistem yang telah dibuat, desain rancangan alat dapat direalisasikan dalam bentuk benda kerja yang siap untuk dioperasikan. Perangkat keras dirancang menggunakan Prototipe Tangki Bahan Bakar Minyak, Prototipe Kapal Tongkang, Sensor *Ultrasonic* HC-SR04, Sensor Suhu DS18B20, Sensor Api SEN-0004, Sensor Asap MQ-7, Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, Buzzer, LCD 20x4 Characters, Modul Relay 1-Channel, Pompa KSM 14150, Power Supply 12V/2A, dan Power Supply 5V/2A.



Gambar 2. Perancangan Sistem Perangkat Keras (*Hardware*)

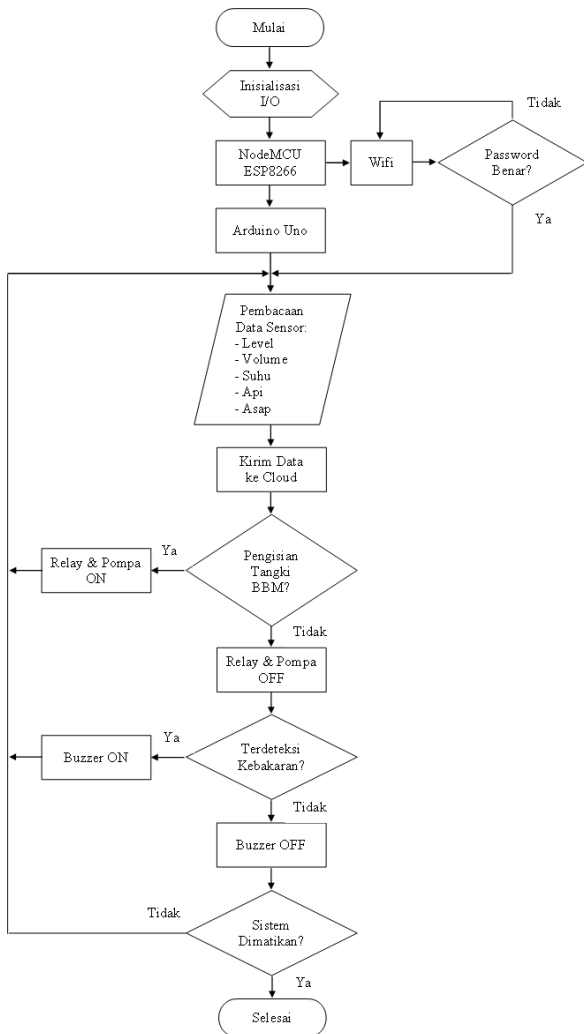
D. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada tahap ini dilakukan pembuatan program yang difungsikan sebagai sarana dalam proses pengiriman data, pengolahan data, keluaran, dan pengendalian sistem. Proses pembuatan program terdiri dari pembuatan program Arduino IDE dan Aplikasi Blynk. Dalam perancangan perangkat lunak, *flowchart* cara kerja dari sistem ditunjukkan pada Gambar 3.

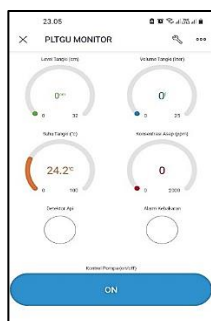
Langkah awal proses adalah inisialisasi *input* dan *output* yang merupakan tahap persiapan pin yang akan digunakan pada Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266. Arduino Uno akan memulai proses pembacaan data *input* sensor *ultrasonic* untuk mengukur level dan volume bahan bakar minyak, sensor suhu, sensor api, dan sensor asap. Data hasil pembacaan sensor kemudian dikirimkan oleh Arduino Uno ke NodeMCU melalui modem/*wifi* sehingga dapat terhubung pada *cloud internet*. Dengan terhubung pada *wifi* yang sama antara NodeMCU ESP8266 dan *smartphone* maka dapat melakukan *monitoring* dan *controlling* dari jarak jauh melalui aplikasi blynk, sedangkan jika NodeMCU ESP8266 dan *smartphone* tidak terhubung pada *wifi* yang sama maka proses *monitoring* dan *controlling* dari jarak jauh tidak dapat dilakukan. Apabila akan dilakukan pengisian tangki bahan bakar minyak maka perlu menghidupkan pompa secara manual menunggu perintah dari *smartphone*. Selanjutnya apabila di sekitar tangki bahan bakar minyak terdeteksi adanya kebakaran, maka sistem akan memberikan alarm melalui bunyi yang dihasilkan oleh buzzer secara otomatis.

Tahapan perancangan perangkat lunak selanjutnya yaitu konfigurasi pada Aplikasi Blynk. Blynk adalah *platform*

untuk aplikasi *OS mobile* (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan modul sejenisnya melalui *internet*. Dalam penelitian ini aplikasi blynk digunakan untuk *monitoring level, volume, dan temperatur bahan bakar minyak, monitoring sistem peringatan/alarm kebakaran di sekitar lokasi tangki bahan bakar, serta kendali manual untuk mengontrol pompa pengisian tangki bahan bakar minyak*. Konfigurasi aplikasi blynk yang digunakan dalam rancang bangun sistem ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak (Software)

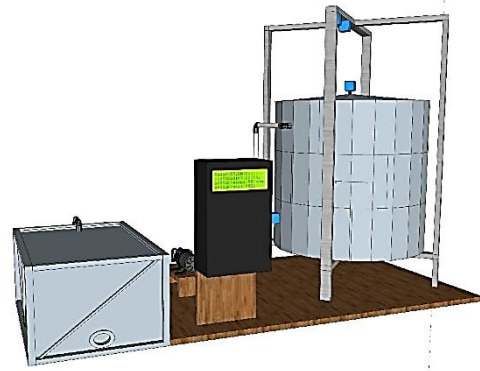


Gambar 4. Konfigurasi Aplikasi Blynk

E. Perancangan Perangkat Mekanik

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat mekanik yang merupakan aplikasi dari blok diagram menjadi

desain rancang bangun alat dan diterapkan secara *hardware* pada tempatnya. Perancangan perangkat mekanik ini meliputi proses pembuatan desain prototipe sehingga memudahkan dalam realisasi desain. Perancangan desain sistem *monitoring dan controlling* tangki bahan bakar minyak dibuat dalam bentuk prototipe yang menyerupai tangki bahan bakar di PLTGU Grati, dimana desain dibuat melalui *software* Sketchup Pro 2017. Desain rancang bangun alat ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Desain Alat Tampak Depan



Gambar 6. Desain Alat Tampak Belakang

Pada penelitian ini menggunakan prototipe tangki bahan bakar minyak untuk mensimulasikan sebuah *storage tank* yang sebenarnya. Tangki ini dibuat dari bahan transparan dengan material bahan baku plastik, sehingga dapat memonitor secara *visual* level ketinggian ruang kosong dan kedalaman isi bahan bakar minyak. Tangki ini memiliki ukuran diameter bawah 28,5 cm, diameter atas 32,5 cm, dan tinggi 34 cm. Selain itu terdapat prototipe kapal tongkang pengisian bahan bakar minyak, dimana dalam hal ini menggunakan tempat penampungan berbentuk balok. Prototipe kapal tongkang akan menampung bahan bakar minyak sebelum dialirkan menuju tangki bahan bakar minyak. Spesifikasi dari prototipe kapal tongkang yang digunakan memiliki ukuran panjang 32 cm, lebar 21 cm, dan tinggi 15 cm. Bagian *box* rangkaian elektronika dirancang dengan menggunakan bahan baku plastik berwarna hitam yang memiliki ukuran panjang 18,5 cm, lebar 11,5 cm, dan tinggi 6 cm. Pada bagian depan *box* terdapat layar LCD 20x4 *characters* yang menampilkan nilai level, volume, dan temperatur bahan bakar. Pada sisi kiri terdapat lubang untuk koneksi *Micro USB* Arduino dan NodeMCU ESP8266, pada bagian sisi kanan terdapat lubang untuk buzzer. Pada bagian bawah terdapat *jack adaptor* yang terhubung dengan sumber tegangan 220 V_{AC}.

F. Metode Pengujian Sistem

Pengujian sistem prototipe *monitoring* dan *controlling* tangki bahan bakar minyak bertujuan untuk memastikan semua komponen yang terpasang berfungsi secara tepat. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan memberikan *power supply* ke prototipe, kemudian memeriksa hasil sensor yang telah terhubung dengan mikrokontroler melalui *wifi* untuk memastikan parameter level bahan bakar, volume bahan bakar, temperatur bahan bakar, serta parameter sensor api dan sensor asap apabila terjadi kebakaran di sekitar tangki. Selanjutnya akan diberikan beban pada modul sensor untuk melihat data *range* yang bervariasi, data hasil pembacaan tiap-tiap sensor kemudian akan ditampilkan pada aplikasi *blynk*. Pengujian sistem dilakukan dengan alat ukur pembandingan berupa meteran, gelas ukur, *thermometer* sebagai komparasi data yang dihasilkan oleh alat yang sudah dirancang dengan alat ukur standar. Selanjutnya pada data hasil pengujian sensor *ultrasonic* HC-SR04 dan sensor suhu DS18B20 data akan dianalisis menggunakan metode *Independent Sample T-test* pada *software Statistical Program for Social Science (SPSS)*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Ultrasonic HC-SR04

Pengujian sensor *ultrasonic* HC-SR04 dilakukan untuk mengukur seberapa akurat sensor *ultrasonic* mengukur level dan volume bahan bakar minyak, hasil pengujian kemudian dibandingkan pengukuran secara manual menggunakan penggaris meteran dan gelas ukur. Pengujian ini dilakukan dengan pengambilan data sebanyak 30 sampel yaitu dengan objek level 1-30 cm. Pengujian ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Prototipe tangki bahan bakar minyak menggunakan tangki penampungan berbentuk tabung, dimana memiliki ukuran diameter bawah 28,5 cm, diameter atas 32,5 cm (ukuran diameter diambil nilai rata-rata 30,5 cm), dan tinggi 34 cm. Jika tangki terisi penuh maka volume yang dihasilkan 25000 cm³ atau 25 liter. Sehingga perhitungan volume tangki bahan bakar dapat diketahui melalui persamaan berikut:

Perhitungan volume tangki tiap 1 cm:

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 t \\ &= 3,14 \times 15,25^2 \times 1 \\ &= 730,25 \text{ cm}^3 \\ &= 0,73 \text{ liter} \end{aligned}$$

Perhitungan volume tangki secara keseluruhan:

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 t \\ &= 3,14 \times 15,25^2 \times 34 \\ &= 24.828,37 \text{ cm}^3 \\ &= 25 \text{ liter} \end{aligned}$$

2. Pengukuran level dan volume diketahui berdasarkan pengukuran menggunakan alat ukur standar (meteran dan gelas ukur). Setelah diperoleh nilai dari alat ukur standar, data akan dibandingkan dengan nilai pembacaan sensor *ultrasonic* HC-SR04. Hasil pengujian sensor *ultrasonic* HC-SR04 ditunjukkan pada Tabel 3.
3. Data hasil pengujian sensor *ultrasonic* HC-SR04 dan data pengujian alat ukur standar kemudian dianalisis menggunakan metode *Independent Sample T-test* pada *software* SPSS. Berdasarkan analisis hasil pengujian

menggunakan *software* SPSS diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian level dan volume tangki menggunakan alat ukur standar (meteran dan gelas ukur) dengan sensor *ultrasonic* HC-SR04 karena nilai signifikan (*Sig.2-tailed*) lebih besar dari 0,05. Dari hasil analisis tersebut diketahui untuk nilai (*Sig.2-tailed*) pengujian level sebesar 0,893 dan nilai (*Sig.2-tailed*) pengujian volume sebesar 0,953.

TABEL 3. HASIL PENGUJIAN SENSOR *ULTRASONIC* HC-SR04

No	Alat Ukur Standar (Meteran dan Gelas Ukur)		Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	
	Level (cm)	Volume (liter)	Level (cm)	Volume (liter)
1	1,00	0,73	1	0,73
2	2,30	1,46	2	1,46
3	3,60	2,19	3	2,19
4	4,70	2,92	4	2,92
5	5,70	3,65	5	3,65
6	6,70	4,38	6	4,38
7	6,70	5,11	7	5,11
8	7,80	5,84	8	5,84
9	9,50	6,57	9	6,57
10	10,50	7,30	10	7,30
11	11,60	8,03	11	8,03
12	12,60	8,76	12	8,76
13	13,50	9,49	13	9,49
14	14,50	10,22	14	10,22
15	15,50	10,95	15	10,95
16	16,45	11,68	16	11,68
17	17,40	12,41	17	12,41
18	18,35	13,14	18	13,14
19	19,30	13,87	19	13,87
20	20,25	14,60	20	14,60
21	21,20	15,34	21	15,34
22	22,15	16,07	22	16,07
23	23,10	16,80	23	16,80
24	24,00	17,53	24	17,53
25	24,85	18,26	25	18,26
26	25,75	18,99	26	18,99
27	26,65	19,72	27	19,72
28	27,50	20,45	27	19,72
29	28,45	21,18	28	20,45
30	29,40	21,91	29	20,45

B. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian sensor dapat berfungsi mengukur temperatur bahan bakar minyak dengan akurat. Hasil pengujian dari sensor suhu DS18B20 kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur standar (*thermometer*). Pengujian temperatur dilakukan dengan pengambilan data sebanyak 30 sampel yaitu dengan objek temperatur 31-60°C. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan air pada temperatur normal kemudian menambahkan air panas secara perlahan hingga temperatur

maksimum pengujian tercapai. Proses pengukuran temperatur ini tidak dilakukan menggunakan bahan bakar minyak solar melainkan menggunakan air. Hal ini dilakukan terkait pertimbangan keamanan dan keselamatan selama proses pengujian alat. Seperti diketahui bahwa bahan bakar minyak solar memiliki *flash point* (titik nyala) pada temperatur 40°C sampai 100°C, dan memiliki sifat yang mudah terbakar. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL 4. HASIL PENGUJIAN SENSOR SUHU DS18B20

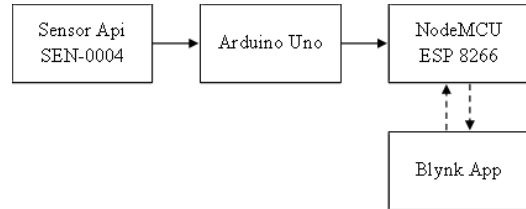
No	Thermometer (°C)	Sensor Suhu DS18B20 (°C)
1	31	31,06
2	32	32
3	33	32,94
4	34	34
5	35	35,06
6	36	36,06
7	37	37
8	38	37,94
9	39	38,94
10	40	40,06
11	41	41,13
12	42	42,06
13	43	43
14	44	44
15	45	45
16	46	45,94
17	47	47,06
18	48	48,13
19	49	49
20	50	50,06
21	51	50,94
22	52	52,06
23	53	53
24	54	54
25	55	55,06
26	56	56,13
27	57	57,13
28	58	58
29	59	59,06
30	60	60,06

Data hasil pengujian sensor suhu DS18B20 dan data pengujian alat ukur standar (*thermometer*) kemudian dianalisis menggunakan metode *Independent Sample T-test* pada *software* SPSS. Berdasarkan analisis hasil pengujian menggunakan *software* SPSS diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengujian temperatur tangki menggunakan alat ukur standar (*thermometer*) dengan sensor suhu DS18B20 karena nilai signifikan (*Sig.2-tailed*) lebih besar dari 0,05. Dari hasil analisis tersebut diketahui untuk nilai (*Sig.2-tailed*) pengujian suhu sebesar 0,990.

C. Pengujian Sensor Api (Flame Infrared) SEN-0004

Pengujian Sensor Api (*Flame Infrared*) SEN-0004 dilakukan dengan cara mensensing ada atau tidaknya nyala

api di sekitar lokasi tangki bahan bakar. Seperti diketahui bahwa api memiliki *spectrum range* berkisar 760 nm – 1.100 nm. Jika hasil nilai yang terbaca pada sensor dalam jangkauan *spectrum range* tersebut, maka dapat dipastikan terdapat nyala api di sekitar tangki bahan bakar minyak, demikian pula kondisi sebaliknya saat kondisi tidak ada api. Pada pengujian ini, sumber api diperoleh melalui dua media yaitu korek api gas dan api pembakaran kertas. Rangkaian dan hasil pengujian Sensor Api SEN-0004 ditunjukkan pada Gambar 7 dan Tabel 5.



Gambar 7. Rangkaian Pengujian Sensor Api SEN-0004

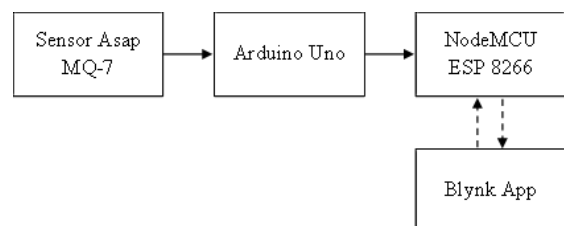
TABEL 5. HASIL PENGUJIAN SENSOR API SEN-0004

Kondisi Nyala Api	Sumber Api	LED Indikator “Detektor Api” Pada Blynk
Tidak Ada Api	-	OFF
Ada Api	Korek Api Gas	ON
	Api Pembakaran Kertas	ON

Berdasarkan hasil pengujian sensor api secara tegak lurus menggunakan api kecil sebagai sumber api, dapat disimpulkan bahwa sensor api SEN-0004 dapat bekerja dengan baik. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian sensor mampu mendeteksi adanya sumber api kecil berupa korek api gas dan api pembakaran kertas. Saat sensor api mendeteksi adanya api maka LED indikator “Detektor Api” pada blynk akan aktif “ON”, sedangkan saat sensor api tidak mendeteksi adanya api maka LED indikator “Detektor Api” pada blynk tidak aktif “OFF”.

D. Pengujian Sensor Asap/Gas MQ-7

Pengujian Sensor Asap/Gas MQ-7 dilakukan dengan cara mensensing ada atau tidaknya asap/gas karbon monoksida di sekitar lokasi tangki bahan bakar. Seperti diketahui bahwa sensor gas ini dapat mendeteksi konsentrasi gas CO mulai dari 100 ppm hingga 10000 ppm. Jika hasil nilai yang terbaca pada sensor dalam jangkauan nilai tersebut, maka dapat dipastikan terdapat asap/gas karbon monoksida di sekitar tangki bahan bakar minyak, demikian pula kondisi sebaliknya saat kondisi tidak asap/gas karbon monoksida. Pada pengujian ini, sumber asap diperoleh melalui dua media yaitu asap rokok dan asap pembakaran kertas. Rangkaian dan hasil pengujian Sensor Asap MQ-07 ditunjukkan pada Gambar 8 dan Tabel 6.



Gambar 8. Rangkaian Pengujian Sensor Asap/Gas MQ-7

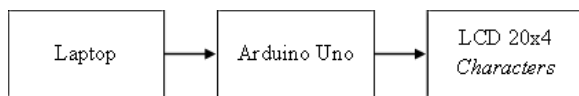
TABEL 6. HASIL PENGUJIAN SENSOR ASAP/GAS MQ-7

Kondisi Asap	Sumber Asap	Konsentrasi Asap Pada Blynk (ppm)
Tidak Ada Asap	-	0
Ada Asap	Asap Rokok	50-2000
	Asap Pembakaran Kertas	50-2000

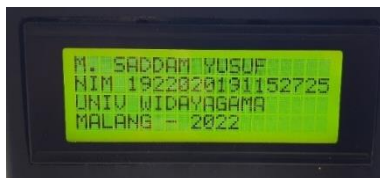
Berdasarkan hasil pengujian sensor asap secara tegak lurus menggunakan asap kecil sebagai sumber asap, dapat disimpulkan bahwa sensor asap/gas MQ-7 dapat bekerja dengan baik. Hal ini dibuktikan dari hasil pengujian sensor mampu mendeteksi adanya sumber asap kecil yang berasal dari asap rokok dan asap pembakaran kertas. Saat sensor asap mendeteksi adanya asap, maka nilai konsentrasi asap pada blynk menampilkan *range* dari 50 hingga 2000 ppm. Besar kecilnya nilai konsentrasi asap dipengaruhi oleh tingkat kepekatan sumber asap yang diberikan kepada sensor.

E. Pengujian LCD 20x4 Characters

Pengujian LCD 20x4 Characters dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kerja LCD dalam menampilkan karakter atau teks yang telah diprogram pada arduino IDE. Pada pengujian ini modul LCD diisi dengan program arduino IDE untuk menampilkan nama, nim, institusi peneliti, dan tahun penelitian. Rangkaian dan hasil pengujian LCD 20x4 Characters ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Rangkaian Pengujian LCD 20x4 Characters



Gambar 10. Hasil Pengujian LCD 20x4 Characters

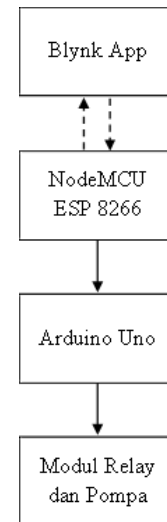
Pada penelitian ini LCD dilengkapi dengan koneksi I2C (*Inter Integrated Circuit*) arduino sehingga hanya memerlukan 2 pin I/O (SDA dan SCL), GND, serta VCC yang dapat menghemat pemakaian pin pada mikrokontroler. Dari hasil pengujian diperoleh tampilan karakter atau teks yang tertulis pada arduino IDE yaitu “M. SADDAM YUSUF” pada baris pertama, “NIM 1922020191152725” pada baris kedua, “UNIV WIDYAGAMA” pada baris ketiga, dan “MALANG - 2022” pada baris keempat, sehingga dari hasil pengujian menunjukkan bahwa LCD berhasil menampilkan karakter atau teks sesuai dengan *listing* program yang dibuat.

F. Pengujian Modul Relay dan Pompa

Pada penelitian ini menggunakan Modul Relay 1-Channel yang digunakan sebagai penggerak pompa pengisian bahan bakar minyak. Prototipe pompa *transfer* ini akan mengalirkan bahan bakar minyak dari kapal tangki/tongkang BBM menuju tangki bahan bakar minyak

(HSD *tank*) dengan kendali manual *ON/OFF* melalui aplikasi blynk pada *smartphone*.

Pengujian modul relay dan pompa bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari relay sesuai dengan *listing* program yang ditulis melalui arduino IDE saat relay diberi perintah *ON* atau *OFF* melalui aplikasi blynk. Pengujian pada modul relay ini hanya pada dua kondisi yaitu, keadaan kontak relay *Normally Open (NO)* dan *Normally Close (NC)*. Rangkaian dan hasil pengujian modul relay ditunjukkan pada Gambar 11 dan Tabel 7.



Gambar 11. Rangkaian Pengujian Modul Relay dan Pompa

TABEL 7. HASIL PENGUJIAN MODUL RELAY DAN POMPA

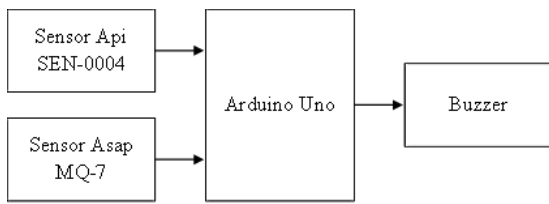
Perintah	Relay		Pompa	
	Kondisi Awal	Kondisi Sekarang	Kondisi Awal	Kondisi Sekarang
Pompa <i>ON</i>	<i>NC</i>	<i>NO</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>
Pompa <i>OFF</i>	<i>NO</i>	<i>NC</i>	<i>ON</i>	<i>OFF</i>

Berdasarkan hasil pengujian modul relay dan pompa pada Tabel 7, saat relay diberi perintah “Pompa *ON*” dari aplikasi blynk maka tegangan akan mengalir menuju coil sehingga kontak akan berpindah dari *NC* ke *NO* (tersambung), pada kondisi ini pompa akan *ON* dan mengalirkan bahan bakar minyak dari kapal tangki menuju tangki BBM. Demikian pula sebaliknya saat relay diberi perintah “Pompa *OFF*” dari aplikasi blynk, maka kontak relay akan berpindah dari *NO* ke *NC* (terputus) sehingga pompa akan *OFF*. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa relay dan pompa dapat bekerja dengan baik sesuai program yang dibuat.

G. Pengujian Buzzer

Pengujian buzzer bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari buzzer sesuai dengan *listing* program yang ditulis melalui arduino IDE. Pengujian pada buzzer ini dilakukan dengan menggunakan dua buah *input* berupa sensor api SEN-0004 dan sensor gas MQ-7. Dalam pengujian ini buzzer akan aktif atau *ON* apabila sensor api mendeteksi adanya api dan sensor gas mendeteksi konsentrasi asap/gas $CO \geq 500$ ppm, demikian pula sebaliknya buzzer akan *OFF* apabila sensor api tidak mendeteksi adanya api dan sensor gas mendeteksi

konsentrasi asap/gas CO < 500 ppm. Rangkaian dan hasil pengujian buzzer ditunjukkan pada Gambar 12 dan Tabel 8.



Gambar 12. Rangkaian Pengujian Buzzer

TABEL 8. HASIL PENGUJIAN BUZZER

Input		Buzzer
Sensor Api SEN-0004 (ON/OFF)	Sensor Asap MQ-7 (ppm)	
OFF	100	OFF
	200	OFF
	300	OFF
	400	OFF
	500	OFF
	600	OFF
	700	OFF
	800	OFF
	900	OFF
	1000	OFF
	1100	OFF
	1200	OFF
	1300	OFF
	1400	OFF
	1500	OFF
	1600	OFF
	1700	OFF
1800	OFF	
1900	OFF	
2000	OFF	
ON	100	OFF
	200	OFF
	300	OFF
	400	OFF
	500	ON
	600	ON
	700	ON
	800	ON
	900	ON
	1000	ON
	1100	ON
	1200	ON
	1300	ON
1400	ON	
1500	ON	
1600	ON	
1700	ON	
1800	ON	
1900	ON	
2000	ON	

Berdasarkan hasil pengujian buzzer pada Tabel 8, saat buzzer memperoleh *input* dari dua buah sensor yaitu sensor api mendeteksi adanya api dan sensor gas mendeteksi konsentrasi asap/gas CO \geq 500 ppm, maka buzzer akan aktif “ON” dan mengeluarkan bunyi *beep-beep* sebanyak 10 kali, sedangkan apabila apabila sensor api tidak mendeteksi adanya api dan sensor gas mendeteksi konsentrasi asap/gas CO < 500 ppm maka buzzer akan “OFF”. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa buzzer dapat bekerja dengan baik sesuai program yang dibuat.

H. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui rancang bangun sistem *monitoring* dan *controlling* tangki bahan bakar minyak dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Hasil rancang bangun sistem keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 13 dan Gambar 14.

Tahapan pada pengujian keseluruhan ini dimulai dengan memberikan sumber tegangan (*power supply*) pada prototipe untuk mengaktifkan sistem kerja alat secara keseluruhan. Langkah awal proses adalah inialisasi pin *input* dan *output* yang akan digunakan pada Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266. Arduino Uno akan memulai inialisasi *input* dan *output*, sedangkan NodeMCU ESP8266 akan memulai terhubung dengan jaringan *wifi* “Sadam.net”. Dengan terhubung pada jaringan *wifi* yang sama antara NodeMCU ESP8266 dan *smartphone* maka dapat melakukan *monitoring* dan *controlling* dari jarak jauh melalui aplikasi blynk, sedangkan jika NodeMCU ESP8266 dan *smartphone* tidak terhubung pada *wifi* yang sama maka proses *monitoring* dan *controlling* dari jarak jauh tidak dapat dilakukan.



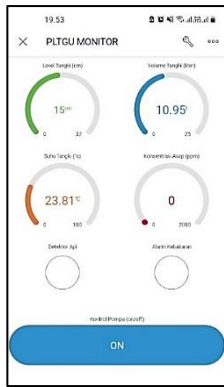
Gambar 13. Hasil Rancangan Alat Tampak Depan



Gambar 14. Hasil Rancangan Alat Tampak Belakang

Selanjutnya akan diberikan variasi pengukuran pada modul sensor untuk melihat data *range* level bahan bakar, volume bahan bakar, temperatur bahan bakar, pembacaan sensor api, dan pembacaan sensor asap. Data hasil pembacaan tiap-tiap sensor kemudian akan ditampilkan pada aplikasi blynk dan LCD 20x4 *characters*. Pada tahap ini juga dilakukan analisis pengujian dengan membandingkan hasil pembacaan dari sistem yang dibuat dengan alat ukur pembanding berupa meteran, gelas ukur, dan *thermometer* sebagai komparasi data yang dihasilkan oleh alat yang sudah dirancang dengan alat ukur standar.

Pengujian pertama dilakukan untuk mengetahui kerja Sensor *Ultrasonic* HC-SR04 dalam melakukan pengukuran level dan volume tangki. Hasil pengujian pengukuran level dan volume tangki ditunjukkan pada Gambar 15 hingga Gambar 17.



Gambar 15. Hasil Pengukuran Level dan Volume Pada Aplikasi Blynk



Gambar 16. Hasil Pengukuran Level dan Volume Pada LCD



Gambar 17. Hasil Pengukuran Level dan Volume Pada Alat Ukur Standar

Pengujian kedua dilakukan untuk mengetahui kerja Sensor Suhu DS18B20 dalam melakukan pengukuran temperatur. Hasil pengujian pengukuran temperatur tangki ditunjukkan pada Gambar 18 hingga Gambar 20.



Gambar 18. Hasil Pengukuran Temperatur Pada Aplikasi Blynk

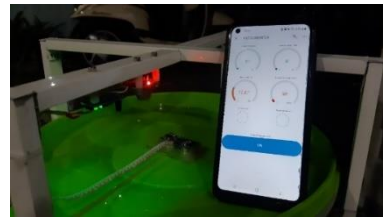


Gambar 19. Hasil Pengukuran Temperatur Pada LCD

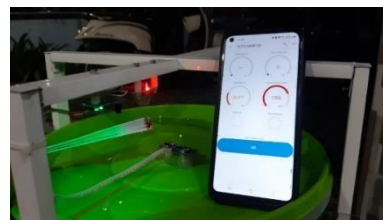


Gambar 20. Hasil Pengukuran Temperatur Pada Alat Ukur Standar

Pengujian ketiga dilakukan untuk mengetahui kerja Sensor Api SEN-0004 dan Sensor Asap MQ-7 dalam melakukan pendeteksian kebakaran di sekitar tangki. Pada pengujian ini sistem akan menyatakan suatu kejadian sebagai kebakaran apabila Sensor Api SEN-0004 mendeteksi adanya kebakaran dan Sensor Asap MQ-7 mendeteksi adanya konsentrasi asap $CO \geq 500$ ppm. Apabila kedua syarat terpenuhi maka LED status Alarm Kebakaran pada aplikasi blynk akan aktif "ON" dan sistem akan mengaktifkan sebuah buzzer, namun apabila hanya salah satu sensor saja yang mendeteksi indikator kebakaran maka buzzer dan LED status Alarm Kebakaran pada aplikasi blynk "OFF". Hasil pengujian status kebakaran ditunjukkan pada Gambar 21 hingga Gambar 24.



Gambar 21. Hasil Percobaan Saat Tidak Ada Api dan Asap



Gambar 22. Hasil Percobaan Saat Ada Asap



Gambar 23. Hasil Percobaan Saat Ada Api



Gambar 24. Hasil Percobaan Saat Ada Api dan Asap

Pengujian keempat dilakukan untuk mengetahui kerja pompa *transfer* pengisian bahan bakar minyak saat diberi perintah *ON* atau *OFF* melalui aplikasi blynk. Pada penelitian ini untuk menghidupkan pompa hanya dapat dilakukan secara manual menunggu perintah dari aplikasi blynk. Berdasarkan hasil pengujian pengoperasian pompa, saat diberi perintah “*Pompa ON*” dari aplikasi blynk maka akan mengaktifkan relay sehingga pada kondisi ini pompa akan *ON* dan mengalirkan bahan bakar minyak dari kapal tangki menuju tangki BBM. Kondisi sebaliknya saat diberi perintah “*Pompa OFF*” dari aplikasi blynk maka akan menonaktifkan relay sehingga pompa *OFF*. Pengujian pengoperasian pompa ini dilakukan untuk pengisian tangki dari level 1 cm sampai dengan 5 cm. Hasil pengujian pengoperasian pompa dengan perintah *ON* dan *OFF* ditunjukkan pada Gambar 25 dan Gambar 26.



Gambar 25. Pengujian Pengoperasian Pompa dengan Perintah *ON*



Gambar 26. Pengujian Pengoperasian Pompa dengan Perintah *OFF*

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis dari pembuatan alat “Prototipe Sistem *Monitoring* dan *Controlling* Tangki Bahan Bakar Minyak (HSD Tank) PLTGU Grati Berbasis *Internet*

of Things (IoT)” maka dapat disimpulkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik. Hasil analisis pengujian menggunakan metode *Independent Sample T-test* pada *software* SPSS diketahui bahwa sensor *ultrasonic* HC-SR04 memiliki nilai (*Sig.2-tailed*) pengujian level sebesar 0,893 dan nilai (*Sig.2-tailed*) pengujian volume sebesar 0,953, sedangkan hasil analisis pengujian sensor suhu DS18B20 memiliki nilai (*Sig.2-tailed*) pengujian suhu sebesar 0,990. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa antara hasil pengujian rancang bangun alat dengan pengujian menggunakan alat ukur standar berupa penggaris meteran, gelas ukur, dan *thermometer* menunjukkan tidak terdapat perbedaan hasil yang signifikan karena nilai (*Sig.2-tailed*) lebih besar dari 0,05. Sebagai saran untuk penelitian berikutnya adalah pemilihan jenis sensor *ultrasonic* sesuai standar industri yang memiliki akurasi pengukuran lebih baik dan *range* pengukuran level lebih besar perlu dilakukan apabila akan diimplementasikan pada tangki bahan bakar minyak (HSD tank) PLTGU Grati yang sebenarnya.

REFERENSI

- [1] A. Syahidin et al., “Analisis Efisiensi *Thermal* Untuk Menentukan Beban Optimal Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas,” vol. 1, no. 2, pp. 66–80, 2020.
- [2] H. S. Sendi, “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Jumlah Sisa Volume Minyak *Underground Tank* Berbasis Mikrokontroler Skripsi,” vol. MI, no. Fakultas Teknik, pp. 32–86, 2018.
- [3] A. Mahfud and K. Kunci, “Rancang Bangun *Realtime Sounding* Pada *Storage Tank* Simulator Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA 8535,” vol. XI, no. 1, pp. 53–60.
- [4] E. Sorongan, Q. Hidayati, and K. Priyono, “*ThingSpeak* Sebagai Sistem *Monitoring* Tangki SPBU Berbasis *Internet of Things*,” JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa), vol. 3, no. 2, p. 219, 2018, doi: 10.31544/jtera.v3.i2.2018.219-224.
- [5] B. Artono and R. G. Putra, “Penerapan *Internet of Things* (IoT) Untuk Kontrol Lampu Menggunakan Arduino Berbasis Web,” J. Teknol. Inf. dan Terap., vol. 5, no. 1, pp. 9–16, 2019, doi: 10.25047/jtit.v5i1.73.
- [6] H. Isyanto, D. Almada, and H. Fahmiansyah, “Perancangan IoT Deteksi Dini Kebakaran dengan Notifikasi Panggilan Telepon dan *Share Location*,” J. Ilm. Tek. Elektro, vol. 18, no. 1, pp. 105–120, 2020.
- [7] G. Priyandoko, “Rancang Bangun Sistem *Portable Monitoring* Infus Berbasis *Internet of Things*,” JIEEE Jambura J. Electr. Electron. Eng., vol. 3, pp. 56–61, 2021.
- [8] S. P. Windiastik, E. N. Ardhana, and J. Triono, “Perancangan Sistem Pendeteksi Banjir Berbasis IoT (*Internet of Thing*),” Senasif, no. September, pp. 1925–1931, 2019.
- [9] R. Tanuatmadja and F. X. S. Wijono, “T E S L A | VOL. 19 | NO. 2 | OKTOBER 2017 | Perancangan Sistem *Monitoring* dan *Controlling* Pompa Air secara Wireless Berbasis Android,” vol. 19, no. 2, pp. 124–132, 2017.
- [10] M. Rpm, T. Minyak, and G. Berbasis, “*Monitoring Engine RPM And Lubricating Oil Temperature In IOT-Based Generators*,” vol. 10, no. 1, pp. 45–52, 2021.
- [11] C. Widiyari, S. St, P. Insani, A. Md, and D. M. Diono, “Sistem *Monitoring* Tangki dan Penghitung *RunHour* Genset Otomatis Berbasis *Internet of Things* (IoT),” J. Elem., vol. 5, no. 2, pp. 59–70, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/jkt/>.
- [12] P. C. Tangan, “Sistem *Monitoring* Ketersediaan Air Pada Perangkat Cuci Tangan *Portable* berbasis IoT,” vol. 9, no. 2, pp. 455–466, 2021.
- [13] I. Gunawan, T. Akbar, and M. Giyandhi Ilham, “Prototipe Penerapan *Internet Of Things* (IoT) Pada *Monitoring* Level Air Tandon Menggunakan Nodemcu Esp8266 dan Blynk,” Infotek J. Inform. dan Teknol., vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.29408/jit.v3i1.1789.
- [14] F.- Puspasari, I.- Fahrurrozi, T. P. Satya, G.- Setyawan, M. R. Al Fauzan, and E. M. D. Admoko, “Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem *Monitoring* Ketinggian,” J. Fis. dan Apl., vol. 15, no. 2, p. 36, 2019, doi: 10.12962/j24604682.v15i2.4393.
- [15] M. S. Tambun, N. Sudjarwanto, A. Trisanto, and A. L. Belakang, “Rancang Bangun Model *Monitoring Underground Tank* SPBU Menggunakan Gelombang Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler,” J. Rekayasa dan Teknol. Elektro Ranc., vol. 9, pp. 1–14, 2015.
- [16] R. R. A. Siregar and R. Raymond, “Model Sistem *Monitoring* Tangki Bahan Bakar Minyak SPBU Dengan Menggunakan Web Aplikasi dan *SMS Gateway*,” JETri, vol. 12, no. 2, pp. 59–72, 2015.
- [17] A. Priyanto, S. Setiawidayat, and F. Rofii, “*Design and Build an IoT Based Prepaid Water Usage Monitoring System and Telegram Notifications*,” JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng., vol. 5, no. 2, pp. 197–213, 2021, doi: 10.21070/jeeeu.v5i2.1527.