
PROTOTYPE OF AUTOMATIC EARLY FIRE MONITORING AND DETECTION SYSTEM ON FILLING SHED RAIL TANK WAGON FACILITIES BASED ON THE INTERNET OF THINGS

Tegar Yohan Wijaya Tama^{a,1,*}, Sa'adilah Rosyadi S.Pd., M.Pd.^{b,2}

^a Departement of Electrical and Electronic Engineering, Vocational Faculty, UNY

¹ tegaryohan.2021@student.uny.ac.id; ² s.rosyadi@uny.ac.id

* Corresponding Author

ARTICLE INFO

Article History

Received Date Month Year

Revised Date Month Year

Accepted Date Month Year

Keywords

Prototype;

Filling Shed Rail Tank

Wagon;

Internet of Things;

Monitoring;

Pendeteksi dini kebakaran;

ABSTRACT

The objectives of this study are: (1) to design and build a prototype tool for an early detection system for fires on filling shed rail tank wagon facilities based on the internet of things; (2) to conduct functional tests on each component of the tool to build a prototype tool for an early detection system for fires on filling shed rail tank wagon facilities based on the internet of things; (3) to conduct performance tests on the prototype tools for an early detection system for fires on filling shed rail tank wagon facilities based on the internet of things. This research method uses the Research and Development (RnD) method with stages, namely conducting direct observations in the field to analyze material requirements and reviewing several literatures to find solutions to problems, designing and planning tools, until the last is the tool testing stage. The results of the research that has been carried out are 1) the prototype for an automatic early detection system for fires on filling shed rail tank wagon facilities has been successfully made, 2) the results of the function test of each component have been carried out with the results that each component can function properly according to the working principles of each component, 3) the results of the performance test of the tool that has been made indicate that the system has worked well as expected, namely being able to monitor and detect early fires automatically and effectively using the telegram application

Tujuan dari penelitian ini yaitu: (1) dapat melakukan merancang dan membangun alat prototype sistem monitoring dan pendeteksi dini kebakaran pada sarana filling shed rail tank wagon berbasis internet of things; (2) dapat melakukan uji fungsional pada tiap komponen dari alat membangun alat prototype sistem monitoring dan pendeteksi dini kebakaran pada sarana filling shed rail tank wagon berbasis internet of things; (3) dapat melakukan uji kinerja dari alat prototype sistem monitoring dan pendeteksi dini kebakaran pada sarana filling shed rail tank wagon berbasis internet of things. Metode penelitian ini menggunakan metode Research and Development (RnD) dengan tahapan yaitu melakukan observasi ke lapangan untuk menganalisis kebutuhan bahan serta mengkaji beberapa literatur, melakukan desain dan perancangan alat, hingga yang terakhir yaitu ke tahap pengujian alat. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu 1) prototype pendeteksi dini kebakaran dini otomatis pada sarana filling shed rail tank wagon telah berhasil dibuat, 2) hasil uji fungsi setiap komponen telah dilakukan dengan hasil setiap komponen dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan prinsip kerja masing-masing komponen, 3) hasil uji kinerja dari alat yang telah dibuat menunjukkan bahwa sistem telah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan yaitu dapat me-monitoring dan mendeteksi dini kebakaran secara otomatis dan efektif menggunakan aplikasi telegram

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



1. Pendahuluan

Kebakaran adalah salah satu bencana yang tidak dapat diprediksi dan tidak diinginkan. Bencana tersebut memiliki dampak yang cukup luas dan besar dikarenakan dapat terjadi dimana saja dan kapan saja baik dikawasan pemukiman, sektor Industri, perkantoran dan komersial. Kebakaran tidak akan padam apabila 3 unsur penyusun api tidak dihilangkan yaitu panas, bahan bakar, dan oksigen [1]. Kebakaran seringkali menimbulkan dampak kerugian yang cukup besar baik dari kehidupan manusia, infrastruktur dan lingkungan sekitar yang terdampak kebakaran. Data frekuensi kebakaran di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik Kota Jakarta Barat menyebutkan bahwa jumlah kebakaran dari pada tahun 2021 sebanyak 322 kebakaran, kemudian pada tahun 2022 jumlah kebakaran sebanyak 382 kebakaran dan di tahun 2023 jumlah kebakaran mencapai 484 kebakaran yang mana kebakaran tersebut terjadi pada sektor Industri, perumahan dan objek lainnya dengan kerugian total mencapai Rp.220.105.385.000. Hal tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah kebakaran pada setiap tahunnya pada setiap sektor yang menimbulkan kerugian cukup besar.

Kebakaran di sektor Industri memiliki dampak yang sangat besar yang mana tidak hanya berdampak pada finansial seperti merusak infrastruktur dan menghilangkan nyawa dari pekerja melainkan juga dapat mengganggu kegiatan operasional dari Industri tersebut sehingga dapat menghambat kontinuitas sistem dari kegiatan produksi di Industri [2]. Kebakaran di sektor industri juga dapat berdampak pada lingkungan sekitar seperti pencemaran udara dari asap kebakaran, kerusakan ekosistem dan yang lebih parah yaitu sampai berdampak pada permukiman warga sekitar sehingga dapat diproses secara hukum yang dapat merusak reputasi Industri jika tidak ada mitigasi dari risiko kebakaran tersebut. Dalam tahun belakangan ini inovasi mengenai sistem pendeteksi dan proteksi kebakaran mulai bermunculan dan dirancang seperti penggunaan teknologi berbasis Internet Of Things, AI dan lain sebagainya yang dapat mengurangi resiko dan meningkatkan efisiensi dalam menganangani bahaya kebakaran [3]. Namun hal tersebut belum dapat terimplementasikan dengan merata ke setiap sektor baik itu residensial, komersial, maupun industri.

PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Rewulu merupakan salah satu industri yang bergerak perdagangan minyak dan gas [4]. Salah satu tugas pokok dari PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Rewulu adalah sebagai tempat Penerimaan, Penimbunan dan Penyaluran Bahan Bakar Minyak (BBM) dan Bahan Bakar Khusus (BBK) di wilayah Marketing Operation Region (MOR) IV, Jawa Tengah & DIY. Sarana dan Fasilitas yang dimiliki oleh Fuel Terminal Rewulu yaitu meliputi Filling Shed RTW (pengisian dan pembongkaran bahan bakar minyak menggunakan Kereta Api), Filling Shed NGS (pengisian bahan bakar minyak ke mobil tangki untuk dikirimkan ke SPBU dan DPPU wilayah Jawa Tengah & DIY) dan Tangki Timbun (menimbun bahan bakar minyak sebelum dikirimkan) dan lain sebagainya. Dari berbagai sarana dan fasilitas yang ada, Fuel Terminal Rewulu memiliki potensi adanya kebakaran yang tinggi disebabkan oleh kegiatan operasional pada Industri tersebut terdapat bahan kimia yang berbahaya dan bersifat flammable.

Hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan pada setiap sarana fasilitas yang terdapat pada Fuel Terminal Rewulu ditemukan bahwa belum adanya sistem pendeteksi api pada fasilitas Filling Shed RTW (Rail Tank Wagon). Hal tersebut tentu berbahaya dikarenakan pada Filling Shed RTW terdapat kegiatan pengisian dan pembongkaran bahan bakar minyak dari kereta tangki yang menimbulkan listrik statis dan berpotensi terjadinya kebakaran. Selain itu juga sistem pemadaman api pada setiap sarana fasilitas di Fuel Terminal Rewulu masih dilakukan secara konvensional dalam menyalakan motor pompa hydrant dan juga ketika pressure dari keluaran motor pompa kurang tidak dapat men-trigger pompa lainnya untuk support pompa utama secara otomatis. Hal itu tentu saja tidak efektif dalam menanggulangi masalah kebakaran karena masih bergantung dengan intervensi manusia dan juga dapat memperburuk dampak dari kebakaran jika waktu respons dari pekerja Fire Brigade lambat dalam menyalakan pompa hydrant. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem proteksi yang dapat mendeteksi adanya api dan bekerja secara otomatis jika terjadi kebakaran

2. Pendekatan Pemecahan Masalah

2.1 Kebakaran

Kebakaran merupakan hal yang tidak dapat diduga-duga yang diakibatkan oleh api dan dapat menyebabkan dampak kerugian baik itu material, korban jiwa maupun dari lingkungan yang terdampak. Peristiwa bencana kebakaran tersebut dapat terjadi dikarenakan adanya interaksi dari ketiga elemen penyusun api atau segitiga api yaitu sumber panas, bahan bakar, dan oksigen yang mana jika ketiga elemen tersebut bertemu maka akan menimbulkan sumber api, jika salah satu elemen tersebut tidak dihilangkan maka api tidak akan padam [5].

2.2 Pendeteksi Dini Kebakaran

Sistem pendeteksi dini kebakaran adalah suatu teknologi yang dirancang untuk mendeteksi tanda-tanda awal kebakaran, seperti asap, panas, atau gas beracun, guna memberikan peringatan lebih awal sehingga tindakan pencegahan dapat segera diambil. Sistem ini bertujuan untuk mengurangi risiko korban jiwa, kerusakan properti, serta dampak lingkungan akibat kebakaran [6]. Seiring dengan berkembangnya zaman sistem pendeteksi kebakaran saat ini sudah menggunakan teknologi yang terbaru seperti Internet Of Things dan AI (*Artificial Intelligence*) sehingga dapat dipantau secara jarak jauh serta dapat bekerja lebih handal dari pendeteksi pada umumnya sehingga dapat meningkatkan keamanan dan meminimalisir kerugian yang dialami.

2.3 Monitoring

Monitoring merupakan suatu kegiatan pengumpulan dan analisis data maupun informasi secara sistematis dan kontinu atau berkelanjutan dengan tujuan untuk dapat mengukur dan menganalisis apakah data tersebut sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum. Dari pendapat ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa monitoring merupakan suatu kegiatan atau usaha pengumpulan, pemantauan, dan analisis data secara berkelanjutan dengan tujuan mendapatkan hasil sebagai evaluasi kegiatan kedepannya [7].

2.4 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah inovasi dimana suatu benda dapat mengirim data melalui dalam jaringan tanpa bertatap muka secara langsung baik itu manusia ke manusia atau benda ke benda [8]. Secara sederhana, konsep ini mengacu pada “*Things*” yang saling terhubung untuk mengumpulkan data dan mengirimkannya ke internet. Data tersebut juga dapat diakses oleh perangkat lain yang termasuk dalam jaringan. Sebuah “*Things*” memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan kapan saja dan di mana saja, tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia dengan manusia atau manusia dengan perangkat komputer. Pendapat ahli lain mendefinisikan Internet of Things sebagai sebuah alat yang memiliki kekuatan dalam berpotensi untuk merubah teknologi dalam dunia menjadi lebih maju [9]. Seiring dengan berkembangnya waktu perkembangan teknologi dan internet semakin maju sehingga dapat membuat Internet of Things untuk mengontrol dan memonitor sesuatu dari jarak jauh secara real time.

2.5 Filling Shed Rail Tank Wagon

Filling Shed Rail Tank Wagon merupakan salah satu sarana dan prasarana yang terdapat pada Fuel Terminal Rewulu yang berfungsi sebagai tempat untuk penerimaan dan pengisian bahan bakar minyak [10]. Penerimaan dan pengisian bahan bakar minyak tersebut disalurkan pada kerera tangki BBM. Kereta tangki ini membawa bahan bakar minyak jenis pertalite, fame, avtur dan pertamax untuk disalurkan ke depot penerima. Pada sarana filling Shed terdapat beberapa instrumen yang saling terintegrasi satu sama lain untuk memastikan kehandalan, keamanan, dan efisiensi selama proses pengisian 31 dan pembongkaran bahan bakar minyak. Berikut adalah gambar Filling Shed Rail Tank Wagon yang ada pada PT. Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Rewulu.

3. Perancangan Alat

Proses perancangan alat sistem *monitoring* dan pendeteksi dini kebakaran otomatis pada sarana Filling Shed Rail Tank Wagon terdiri dari beberapa tahapan yaitu seperti yang ditunjukkan pada

gambar diagram alir dibawah ini sebagai berikut:

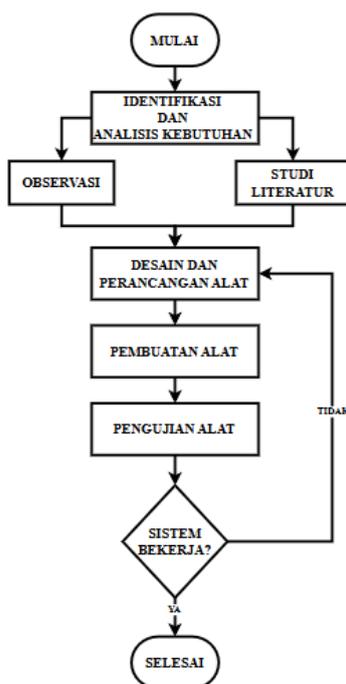


Fig. 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 diatas merupakan gambar tahapan penelitian yang dilakukan yaitu dimulai dengan mengidentifikasi dan menganalisis kebutuhan yang mencakup Observasi lapangan serta mengkaji beberapa studi literatur yang digunakan sebagai bahan rujukan. Setelah melakukan analisis kebutuhan alat yang akan dibuat, langkah seterusnya yaitu melakukan perancangan desain dan sistem dimana pada tahap ini akan dilakukan sebuah perancangan agar sistem yang dibuat dapat sesuai dengan yang diharapkan. Tahap perancangan sistem dan desain ini bertujuan untuk mengurangi kemungkinan kesalahan saat proses fabrikasi alat yang akan dibuat sehingga dapat memastikan bahwa sistem proteksi dini kebakaran otomatis dapat bekerja dengan baik. Tahap pembuatan alat dilakukan sesuai dengan rancangan desain yang telah dirancang sebelumnya yang selanjutnya akan dilakukan pengujian alat untuk menguji kinerja dan seberapa efektifitas alat yang telah dibuat.

3.1 Diagram Alir Sistem

Sistem yang dibuat terdiri dari 2 bagian yaitu sistem *Monitoring* dan sistem *Controlling*, dimana pada ke setiap sistem tersebut terintegrasi satu sama lain membentuk satu kesatuan sistem *monitoring* dan pendeteksi dini kebakaran otomatis pada sarana Filling Shed Rail Tank Wagon. Adapun penjelasan dari ke setiap sistem tersebut seperti yang ditunjukkan pada gambar diagram alir dibawah ini yaitu sebagai berikut:

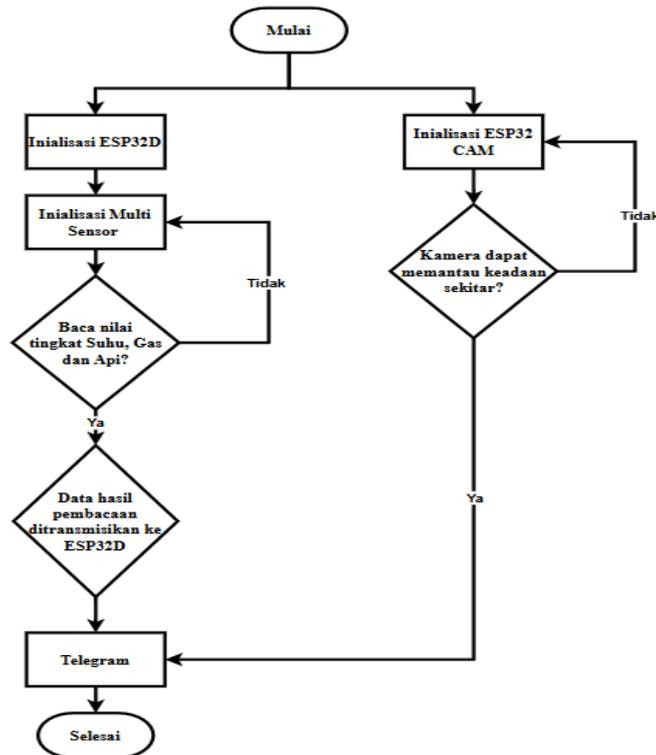


Fig. 2. Diagram Alir Sistem *Monitoring*

Gambar 2 diatas merupakan *flowchart* sistem kerja dari awal hingga akhir sistem *monitoring*, yaitu yang pertama menginialisasi data pada Mikrokontroler ESP32, pada tahapan tersebut yaitu ESP32 akan melakukan proses download dan verify library serta program yang telah dibuat. Setelah itu juga menginialisasi esp32 web cam untuk memeriksa terkait koneksi jaringan dan alamat IP untuk melakukan pemantauan dan kontrol kamera. Jika dapat terhubung maka akan dapat mengirimkan alamat IP ke telegram, sedangkan jika tidak dapat terhubung maka akan dilakukan inialisasi ulang. Selanjutnya yaitu menginialisasi komponen multi sensor yaitu sensor DHT11, sensor MQ-2 dan sensor Flame yaitu dengan memasukkan data library tiap komponen sensor tersebut agar tiap sensor tersebut dapat digunakan dalam mendeteksi perubahan suhu, gas dan api. Setelah data diproses pada Mikrokontroler ESP32, selanjutnya data hasil pembacaan tersebut dikirimkan melalui aplikasi telegram dalam bentuk digital sesuai dengan perintah user secara *real-time*

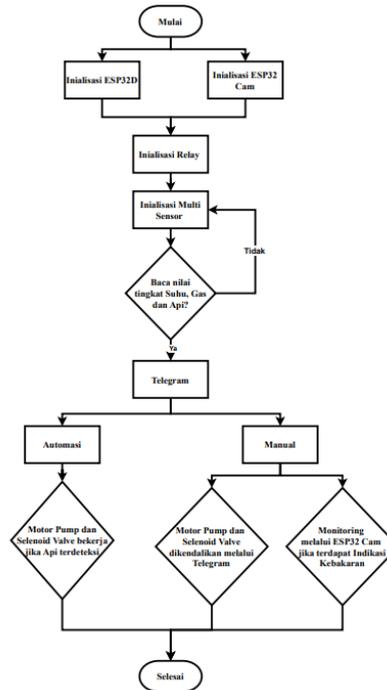


Fig. 3. Diagram Alir Sistem *Controlling*

Gambar 3 diatas merupakan gambar diagram alir sistem *Controlling*, alur flowchart sistem kerja kontrol hampir sama seperti pada monitoring yang dimulai dari inialisasi Mikrokontroler ESP32 untuk memverifikasi program yang dibuat serta juga mengautentikasi jaringan IP yang didaftarkan pada program. Setelah itu menginialisasi Mikrokontroler ESP32 CAM untuk mengkoneksikan jaringan agar dapat memantau lokasi melalui Kamera. Selanjutnya adalah menginialisasi Relay untuk mengetes apakah relay dapat bekerja dalam mengontrol aktuatur.

3.2 Desain *Hardware*

Proses mendesain dan merancang bagian perangkat keras atau hardware Sistem Monitoring dan Proteksi Dini Kebakaran Otomatis pada sarana Filling Shed Rail Tank Wagon berbasis *Internet Of Things* yang terdiri dari 2 bagian yaitu bagian *Electrical* dan *Mechanical*. Penjelasan dari tahapan desain dan perancangan perangkat keras yaitu sebagai berikut:

3.2.1 Desain *Electrical*

Bagian desain *Electrical* terdiri dari 2 bagian yaitu meliputi diagram blok sistem dan wiring sistem. Bagian diagram blok yaitu berisikan dari pembagian sistem secara keseluruhan dari Input, Proses dan Output. Sedangkan bagian wiring sistem merupakan bagian yang berisikan hubungan antara setiap komponen sehingga menjadi satu kesatuan utuh sistem. Berikut adalah penjelasan dari ke setiap bagian tersebut:

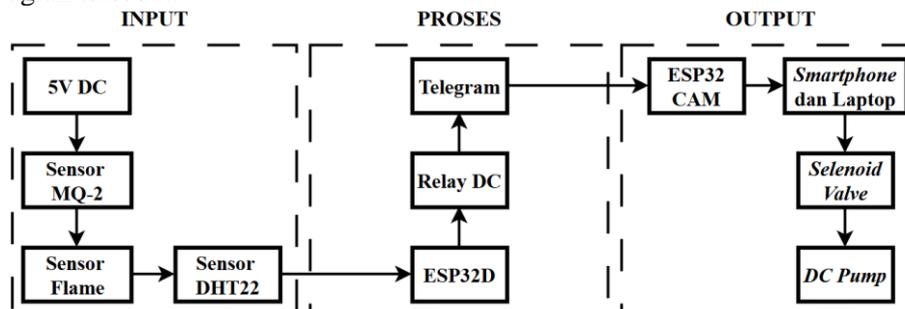


Fig. 4. Diagram Blok Sistem

Gambar 4 diatas merupakan gambar diagram blok sistem yang terdiri dari 3 bagian yaitu Input, Proses, dan Output. Bagian Input berisikan Multisensor yaitu Sensor MQ-2 (deteksi asap), Sensor Flame (deteksi api), dan Sensor DHT22 (deteksi suhu). Bagian Proses berisikan Mikrokontroler Esp32D sebagai otak dalam sistem, Relay Dc untuk mengendalikan aktuatur dan Telegram sebagai

interface sistem. Bagian Output berisikan ESP32 CAM yang digunakan sebagai pemantauan jarak jauh, aktuator Selenoid valve sebagai valve otomatis dan Dc Pump sebagai pompa pemadam kebakaran, dan pemantauan serta pengontrolan dapat dilakukan secara jarak jauh

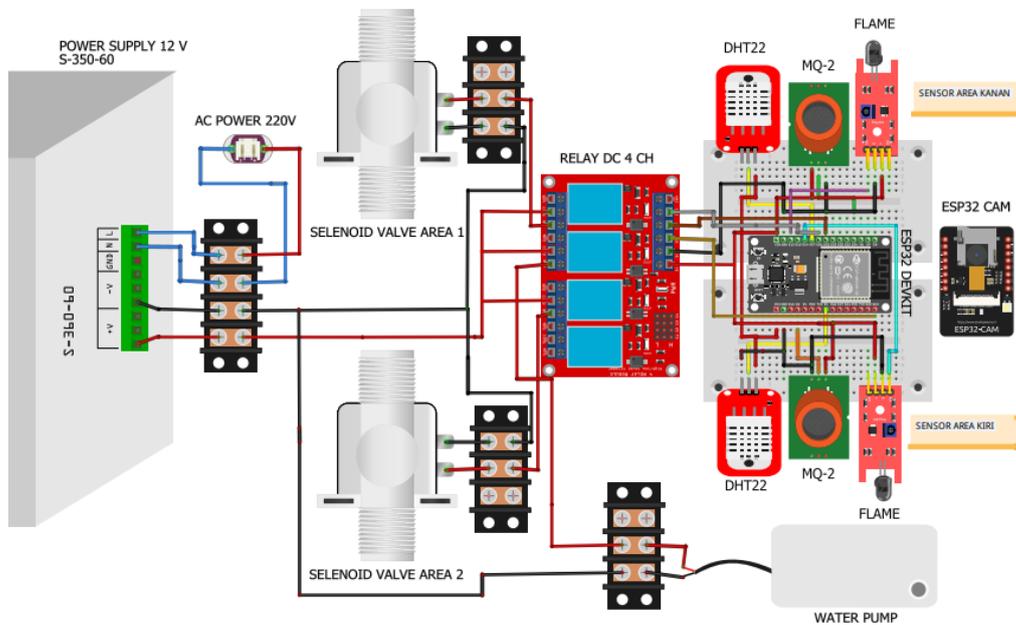
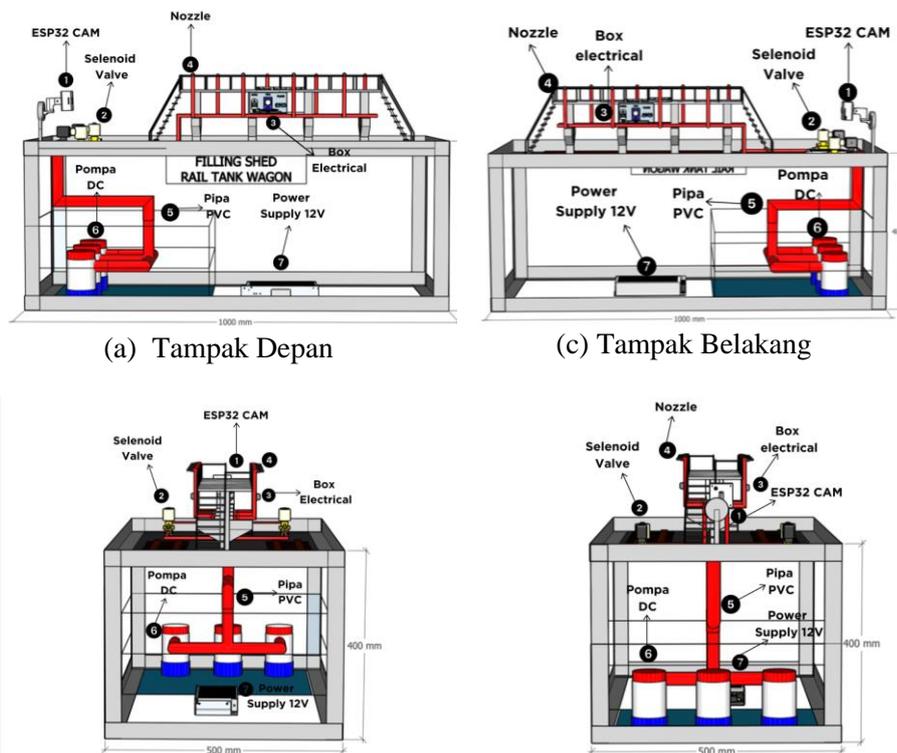


Fig. 5. Wiring System

Gambar 4 diatas merupakan sistem wiring dari alat yang akan dirancang menggunakan software Fritzing. Wiring tersebut digunakan sebagai acuan dalam menghubungkan setiap komponen sehingga menjadi satu kesatuan sistem yang utuh. Setiap sensor dan aktuator yang terpasang terintegrasi dengan Mikrokontroler yang menerima sumber tegangan dari Power Supply.

3.2.2 Desain Mechanical



(b) Tampak Kanan

(d) Tampak Kiri

Fig. 6. Desain *Mechanical*

Gambar 5 diatas merupakan gambar desain mekanik dari prototype sistem pendeteksi kebakaran dini otomatis pada sarana filling shed rail tank wagon menggunakan bahan besi siku. Proses desain tersebut bertujuan sebagai acuan dalam peletakan setiap komponen agar sesuai dengan yang direncanakan. Proses Fabrikasi menggunakan bahan alumunium siku dengan triplek sebagai dudukan setiap komponen. Ukuran alat yang akan dibuat yaitu berukuran 100 x 50 x 40 cm.

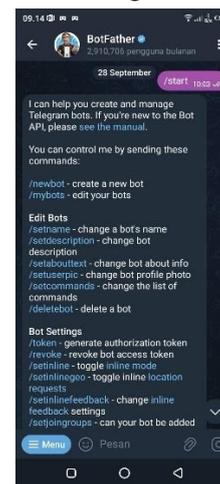
3.3 Desain Software

Proses pembuatan perangkat lunak (*software*) sistem pendeteksi dini kebakaran otomatis pada sarana filling shed rail tank wagon berbasis *Internet of Things* mencakup dua tahapan bagian yaitu perancangan program sistem menggunakan software Arduino IDE dan perancangan *Interface* sistem menggunakan aplikasi Telegram. . Gambar 6 (a) menunjukkan tampilan program dengan *software* Arduino IDE (b) menunjukkan tampilan pembuatan *interface* aplikasi Telegram

```

SensorShed.ino
1 #include <Wire.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 #include <MFRC522.h>
4 #include <HT16K33.h>
5 #include <ArduinoJson.h>
6
7 #include <WiFi.h>
8 #include <UniversalTelegramBot.h>
9 #include <MifflintSecure.h>
10
11 #define MD2_PIN 14
12 #define MD2_PIN2 2
13
14 #define FLAME_SENSOR_PIN 15
15 #define FLAME_SENSOR_PIN2 16
16
17 const char* ssid = "Infinit SMART 5";
18 const char* password = "Tegayehar";
  
```

(a) Tampilan program Arduino IDE



(b) Tampilan pembuatan Interface Aplikasi Telegram

Fig. 6. Tampilan Program Arduino IDE dan Interface Aplikasi Telegram

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pembuatan Bagian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pembuatan perangkat keras (*Hardware*) terdiri dari 2 bagian yaitu bagian *electrical* dan *mechanical*. Perancangan bagian *electrical* mencakup tiga bagian yaitu bagian input, bagian proses, dan bagian output. Bagian *mechanical* yaitu merancang prototype miniature filling shed rail tank wagon yang berfungsi sebagai struktur utama yang mendukung instalasi perangkat elektronik. Proses fabrikasi alat dilakukan dengan memperhatikan desain alat dan penempatan komponen pada gambar. Bahan utama dalam merancang alat ini yaitu menggunakan besi siku dengan ukuran 100 x 50 x 40 cm dan triplek 9 mm sebagai dudukan setiap komponen.



Fig. 7. Prototype Sistem Monitoring dan Pendeteksi Dini Kebakaran pada Sarana Filling Shed Rail Tank Wagon berbasis *Internet of Things*

Gambar 7 diatas merupakan hasil fabrikasi alat bagian *electrical* serta *mechanical* sesuai dengan yang telah dirancang. Bagian *electrical* terdapat 2 bagian yaitu pada area 1 dan area 2 yang digunakan sebagai pendeteksi dini kebakaran pada filling shed rail tank wagon dimana pada ke setiap bagian tersebut terdapat box *electrical* sebagai pendeteksi kondisi abnormal. Bagian *mechanical* dibuat dirancang dengan menggunakan bahan besi siku dengan ukuran 100 x 50 x 40 cm dan menggunakan triplek dengan ketebalan 8 mm sebagai dudukan setiap komponen.

4.2 Hasil Pembuatan Bagian Perangkat Lunak (*Software*)

Pembuatan bagian perangkat lunak terdiri dari dua tahapan yaitu merancang program sistem menggunakan software Arduino IDE kemudian merancang interface aplikasi Telegram. Berikut adalah hasil pembuatan bagian perangkat lunak pada sistem, yaitu sebagai berikut:

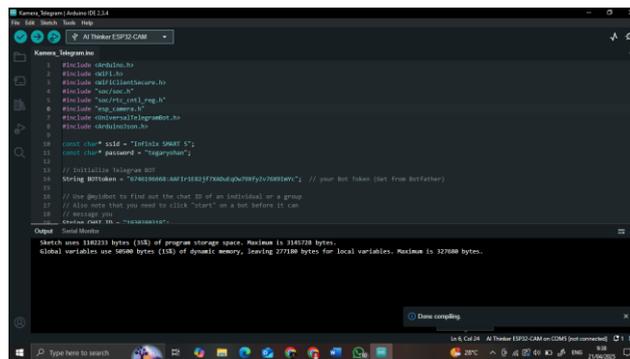


Fig. 8. Tampilan keberhasilan verify pada Arduino IDE

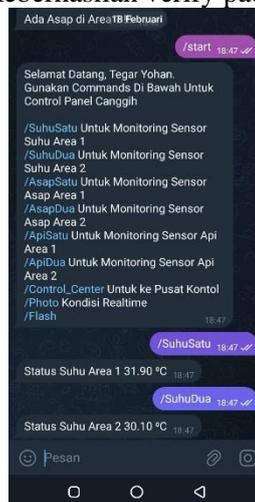


Fig. 9. Tampilan *Interface* sistem yang telah dirancang

4.3 Hasil Pengujian Alat

Proses pengujian alat melalui 2 tahapan yaitu tahap Uji Fungsional untuk mengecek dan memastikan bahwa setiap komponen dapat bekerja dan berfungsi dengan baik. Sedangkan Uji Kinerja yaitu untuk mengetahui kinerja dan unjuk kerja alat secara keseluruhan dalam mengatasi permasalahan yang ada. Tahapan pengujian tersebut secara garis besar bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang telah dirancang dapat bekerja sesuai dengan prinsip kerja alat yaitu memantau kondisi area filling shed dan juga dapat mengendalikan aktuator dalam memadamkan api ketika terindikasi bahaya kebakaran.

4.3.1 Hasil Uji Fungsional

Tahap uji fungsional merupakan merupakan tahapan menguji dan mengecek setiap komponen yang akan digunakan guna memastikan bahwa komponen tersebut dalam keadaan baik sehingga sistem yang akan dibuat dapat bekerja dengan optimal. Berikut adalah tabel hasil uji fungsional tiap komponen:

Table 1. Hasil Uji Fungsional tiap komponen

No	Nama Komponen	Proses Pengujian	Hasil	Kondisi
1	Sensor DHT22	Dengan memberikan input variasi nilai suhu	Nilai Input Suhu dirubah menjadi tegangan listrik yang meningkat seiring suhu bertambah	Normal
2	Sensor MQ-2	Dengan memberikan input variasi tingkat kepekatan asap	Nilai Input kepekatan asap dirubah menjadi tegangan listrik yang meningkat seiring tingkat kepekatan asap bertambah	Normal
3	Sensor Flame	Dengan memberikan input variasi jarak pemberian api ke sensor	Nilai Input dirubah menjadi tegangan listrik yang meningkat seiring jarak sumber api dengan sensor semakin dekat	Normal
4	Mikrokontroler ESP32	Memberian variasi nilai tegangan dan menguji proses transfer data	Nilai output tegangan pada pin digital dan analog terbaca. Serta dapat mentransfer program	Normal
5	Mikrokontroler ESP32 CAM	Memberian variasi nilai tegangan dan menguji streaming kamera	Nilai output tegangan pada pin digital dan analog terbaca. Serta dapat mengirimkan alamat IP untuk streaming	Normal
6	Solenoid Valve	Memberikan variasi Input sumber Tegangan dan Arus	Solenoid valve bekerja hanya ketika nilai sumber sesuai dengan spesifikasi komponen	Normal
7	Water DC Pump	Memberikan variasi Input sumber Tegangan dan Arus	Water DC Pump dapat bekerja dalam memompa air ketika nilai sumber sesuai dengan spesifikasi	Normal

No	Nama Komponen	Proses Pengujian	Hasil	Kondisi
			komponen	
8	Power Supply	Memberikan variasi nilai arus beban	Power supply dapat menyupply beban sesuai dengan spesifikasi Power Supply	Normal
9	Relay DC 4 channel	Memberikan variasi nilai Input	Relay DC 4 Channel dapat bekerja ketika nilai tegangan sesuai dengan tegangan operasi komponen	Normal

4.3.1 Hasil Uji Kinerja

Pengujian kinerja alat ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dan unjuk kerja alat secara keseluruhan yang telah dibuat dan melewati proses pengujian fungsional. Pengujian ini memastikan bahwa sistem yang telah dibuat dapat bekerja dengan perencanaan awal yaitu dapat memantau kondisi pada Area Filling Shed Rail Tank wagon dan mengontrol aktuator dalam memadamkan api melalui aplikasi telegram. Pengujian kinerja terdapat 2 bagian yaitu pengujian kinerja sistem *Monitoring* dan pengujian kinerja sistem *Controlling*, adapun penjelasan dari ketiap bagian tersebut yaitu sebagai berikut:

Table 2. Data Hasil Uji Kinerja sistem *Monitoring* Area 1

No	Waktu (menit)	Parameter			Notifikasi Telegram	Respon Telegram (detik)	Status
		Suhu (°C)	Asap	Api			
1	11.00	30,5	0	-	Tidak ada	1	Berfungsi
2	11.01	30,6	0	-	Tidak ada	1	Berfungsi
3	11.02	30,5	1	0	Ada asap terdeteksi di area 1	2	Berfungsi
4	11.03	30,7	0	1	Api terdeteksi di area 1	2	Berfungsi
5	11.04	30,6	1	1	Asap dan api terdeteksi di area 1	2	Berfungsi
6	11.05	30,6	0	0	Tidak ada	1	Berfungsi
7	11.06	50,4	0	0	Suhu melebihi batas di area 1	1	Berfungsi

Table 3. Data Hasil Uji Kinerja sistem *Monitoring* Area 2

No	Waktu (menit)	Parameter			Notifikasi Telegram	Respon Telegram (detik)	Status
		Suhu (°C)	Asap	Api			
1	11.10	30,6	0	-	Tidak ada	1	Berfungsi
2	11.11	30,5	0	-	Tidak ada	1	Berfungsi
3	11.12	30,6	1	0	Ada asap terdeteksi di area 1	2	Berfungsi
4	11.13	30,7	0	1	Api terdeteksi di area 1	2	Berfungsi
5	11.14	30,6	1	1	Asap dan api terdeteksi di area 1	2	Berfungsi
6	11.15	30,6	0	0	Tidak ada	1	Berfungsi
7	11.16	50,2	0	0	Suhu melebihi batas di area 1	1	Berfungsi

Tabel 2 dan 3 diatas merupakan diatas merupakan tabel data hasil pengujian kinerja sistem Monitoring pada area 1 dan 2 Proses pengujian dilakukan selama 10 menit dengan interval waktu 1 menit setiap pengujiannya dari pukul 11.01 hingga pukul 11.16 Area 1 dan 2. Pengujian juga dilakukan untuk memantau perubahan parameter dari suhu, asap, dan api menggunakan aplikasi Telegram secara *real-time*. Hasil pengujian kinerja pada area 1 dan 2 menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik yang ditandai dengan sistem mampu secara tanggap mengirimkan pesan notifikasi telegram pada kondisi normal ataupun abnormal dengan rata-rata waktu yang sama yaitu 1-2 detik.

Table 4. Data hasil pengujian Uji Kinerja Kontrol Area 1

No	Input Kontrol			Kondisi Valve 1	Kondisi DC Pump	Notifikasi Telegram	Status
	Suhu (°C)	Asap	Api				
1	30	0	0	NC	OFF	Tidak ada	Berfungsi
2	30,5	1	0	NC	OFF	Asap terdeteksi	Berfungsi
3	34	1	1	NO	ON	Api dan Asap terdeteksi	Berfungsi
4	33	0	1	NO	ON	Api terdeteksi	Berfungsi
5	32	0	0	NC	OFF	Tidak ada	Berfungsi
6	50,2	1	0	NC	OFF	Suhu melebihi batas dan Asap terdeteksi	Berfungsi
7	45,3	1	1	NO	ON	Api dan Asap terdeteksi	Berfungsi
8	37	1	0	NC	OFF	Asap terdeteksi	Berfungsi

Table 5. Data hasil pengujian Uji Kinerja Kontrol Area 2

No	Input Kontrol			Kondisi Valve 2	Kondisi DC Pump	Notifikasi Telegram	Status
	Suhu (°C)	Asap	Api				
1	31	0	0	NC	OFF	Tidak ada	Berfungsi
2	32	1	0	NC	OFF	Asap terdeteksi	Berfungsi
3	32	1	0	NO	OFF	Asap terdeteksi	Berfungsi
4	35	1	1	NO	ON	Asap dan Api terdeteksi	Berfungsi
5	32	1	0	NC	OFF	Asap terdeteksi	Berfungsi
6	50,1	1	0	NC	OFF	Suhu melebihi batas dan Asap terdeteksi	Berfungsi
7	43	1	1	NO	ON	Api dan Asap terdeteksi	Berfungsi
8	39	0	0	NC	OFF	Tidak ada	Berfungsi

Tabel 4 dan 5 diatas merupakan merupakan tabel data hasil pengujian kinerja dari alat pendeteksi dini kebakaran otomatis pada sarana filling shed rail tank wagon dalam mode *automatis* di area 1 dan 2. Pengujian dilakukan dengan sebanyak 8 kali dengan berbagai variasi input kontrol, dimana sistem otomatisasi akan bekerja memadamkan api ketika terdeteksi api maka akan secara otomatis aktuator selenoid valve dan Dc Pump akan bekerja memadamkan api ke area yang mengalami gangguan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat terlihat bahwa sistem kontrol pada area 1 sudah berfungsi dengan baik dalam mendeteksi dan memadamkan api secara otomatis. Ketika terdeteksi adanya api maka sistem akan secara otomatis mengirimkan pesan ke telegram yang berisikan kondisi filling shed serta kondisi aktuator sehingga aktuator dapat bekerja secara otomatis memadamkan api ke area yang mengalami gangguan kebakaran.

4.4 Pembahasan

Penelitian yang telah dirancang dengan judul “Prototype sistem Monitoring dan Pendeteksi Dini Kebakaran Otomatis pada sarana Filling Shed Rail Tank Wagon berbasis Internet Of Things dirancang untuk digunakan dalam memantau kondisi area pada Filling Shed Rail Wagon dan untuk mengendalikan aktuator dalam memadamkan api yang dapat diakses secara jarak jauh menggunakan aplikasi telegram. Pembuatan alat ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan area filling shed rail

tank wagon dari adanya bahaya kebakaran sehingga dapat meminimalkan dampak yang dihasilkan dari adanya kebakaran. Pemantauan secara jarak jauh tersebut meliputi pemantauan pendeteksi dini dari kebakaran yaitu tingkat suhu, tingkat asap, serta api yang terdapat pada area filling shed rail tank wagon.

Hasil pengujian fungsional yang telah dilakukan mendapatkan hasil bahwa setiap komponen dapat berfungsi dengan baik tanpa adanya gangguan dan kerusakan. Pengujian kinerja dilakukan meliputi pengujian kinerja sistem monitoring dan pengujian kinerja controlling. Hasil pengujian kinerja *monitoring* dari yang telah dilakukan yaitu sistem dapat memantau kondisi *real-time* sarana filling shed rail tank wagon dari adanya perubahan parameter tingkat suhu, adanya asap, dan adanya api. Dalam kondisi normal, sistem tidak akan mengirimkan notifikasi peringatan ke Telegram, namun pengguna dapat mengecek kondisi pada area filling shed melalui fitur *monitoring* yang terdapat pada aplikasi telegram. Hasil pengujian kinerja kontrol dari sistem yang telah dibuat kedua mode sistem kontrol yaitu mode manual dan mode otomatis dapat berfungsi dengan baik. Saat mode manual diaktifkan maka pengguna dapat mengendalikan aktuatur yaitu selenoid valve dan DC Pump menggunakan aplikasi telegram guna mengantisipasi api sebelum terdeteksi oleh sensor dan semakin membesar. Saat mode otomatis diaktifkan maka akan secara otomatis aktuatur akan bekerja sesuai dengan area yang terdeteksi adanya api dengan tanggap dan efisien, ketika gangguan sudah ditanggulangi maka sistem akan secara otomatis standby kembali keadaan semula.

Kelebihan dari sistem yang telah dibuat yaitu mampu me-monitoring/memantau dini kebakaran baik dalam kondisi normal maupun kondisi abnormal pada area filling shed rail tank wagon secara jarak jauh menggunakan aplikasi Telegram serta dapat memadamkan api secara otomatis ketika terdapat api pada area filling shed rail tank wagon yang mengalami kebakaran. Untuk kekurangan pada sistem yang telah dibuat yaitu masih bergantung pada jangkauan dan ketersediaan jaringan internet, sehingga ketika jaringan internet mengalami gangguan atau trouble besar kemungkinan pengiriman data notifikasi dan kinerja sistem akan terganggu dalam mendeteksi adanya kebakaran di area filling shed rail tank wagon. Selain itu sistem yang telah dibuat belum dilengkapi dengan sistem pengaman ketika pengukuran setiap sensor melebihi dari kapasitas spesifikasi sensor sehingga memungkinkan dapat merusak komponen pada sistem yang dirancang.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, pengujian serta analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu perancangan sistem sistem Monitoring dan Pendeteksi Dini Kebakaran Otomatis pada sarana Filling Shed Rail Tank Wagon berbasis Internet Of Things telah berhasil dirancang yang terdiri dari 3 bagian yaitu input, proses dan output dengan menggunakan mikrokontroller ESP32D serta Aplikasi Telegram sebagai Interface sistem. Hasil fungsional tiap komponen pada alat alat Sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Otomatis pada Sarana Filling Shed Rail Tank Wagon berbasis Internet Of Things mendapatkan hasil yang baik dengan setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan prinsip kerja masing-masing komponen tanpa adanya gangguan. Hasil Uji Kinerja pada alat alat Sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Otomatis pada Sarana *Filling Shed Rail Tank Wagon* berbasis *Internet Of Things* dengan baik sesuai dengan yang diharapkan yaitu dapat me-*memonitoring* tingkat perubahan suhu, asap, dan api secara akurat serta dapat mendeteksi dini kebakaran secara otomatis dan efektif menggunakan aplikasi telegram.

Referensi

- [1] Phuspa SM. Manajemen Risiko Kebakaran pada PT Pertamina EP Asset 4 Field Sukowati . pdf 4124 Words The combined total of all matches , including overlapping sources , for each database . Crossref database Crossref Posted Content database Excluded from Similarity Re 2023.
- [2] Khalid W, Burneo M, Hvam L. A Framework for Multiple Fire Investigation Using Big Data and Statistical Analysis. *J Fail Anal Prev* 2021;21:89.
- [3] Negi P, Pathani A, Bhatt BC, Swami S, Singh R, Gehlot A, et al. Integration of Industry 4.0 Technologies in Fire and Safety Management. *Fire* 2024;7.

- <https://doi.org/10.3390/fire7100335>.
- [4] Oktina DA, Sari ES, Intan Angelina Sunardi IA, Hanifah LN, Sanjaya VF. Pengaruh Penerapan Strategi Csr (Corporate Social Responsibility) Dalam Meningkatkan Citra Perusahaan Pada Pt. Pertamina (Persero) Tahun 2018. *Competence J Manag Stud* 2020;14:184–202. <https://doi.org/10.21107/kompetensi.v14i1.7170>.
- [5] Musadek A, Setiawan A, Budiarto A. Penyuluhan dan Pelatihan Penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) pada Warga Rusun Siwalankerto. *J Public Transp Community* 2021;1:31–9. <https://doi.org/10.46491/jptc.v1i2.590>.
- [6] Ardiyanto T, Supriadi C. Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Kebakaran Ruang Server Berbasis Iot 2024;3:35–45.
- [7] Hafifah DH. Monitoring adalah Proses Menganalisa Informasi Secara Sistematis, Ketahui Dampak dan Bentuknya. *Liputan 6* 2023. <https://www.liputan6.com/hot/read/5358749/monitoring-adalah-proses-menganalisa-informasi-secara-sistematis-ketahui-dampak-dan-bentuknya> (accessed December 10, 2024).
- [8] Surahman A, Sintaro S, Samsugi S. Aplikasi internet of things (IoT) dengan ESP8266 dan Android 2021:207.
- [9] Selay A, Andgha GD, Alfarizi MA, Bintang MI, Falah MN, Khaira M, et al. Internet Of Things. *Karimah Tauhid* 2022;1:861–2.
- [10] Arungpadang TAR, Mende J, Teknik J, Fakultas M, Universitas T, Ratulangi S. PENENTUAN JENIS PERAWATAN PADA FILLING SHED DENGAN METODE PREFERENCE SELECTION INDEX DI PT . PERTAMINA PATRA NIAGA INTEGRATED TERMINAL BITUNG 2024;10:120–8.