

## PENERAPAN *IoT* PADA RANCANG BANGUN SISTEM MINIATUR ROBOT PEMADAM API UNTUK MEMBANTU PROSES EVALUASI PRA EVAKUASI

Lalu Muhammad Fatwa Aulia, Suryo Adi Wibowo, Nurlaily Vendyansyah  
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia  
1718055@scholar.itn.ac.id

### ABSTRAK

Pencarian korban di bangunan reruntuhan tentu sangat membahayakan, tentu saja karena bangunan yang mudah roboh dan sulit dijangkau manusia, karena keterbatasan ruang dan informasi tentang bahaya yang didapat dari suatu bangunan tersebut seperti kebocoran gas beracun, gas yang mudah terbakar, dan bangunan yang dapat roboh sewaktu waktu, struktur bangunan reruntuhan yang rumit sehingga diperlukan evaluasi terlebih dahulu agar mendapatkan informasi yang diperlukan. Maka dibuat pengembangan miniatur robot *IoT* (*Internet of Things*) beroda yang dapat memonitoring kondisi visual menggunakan esp32-cam dan mengambil data dari sensor yang diperlukan seperti sensor gas, api, suhu, dan jarak. Kondisi informasi data yang ditangkap disekitar sensor pada robot dikirim menggunakan modul esp8266 ke website monitoring dan dikontrol menggunakan *remote control* dengan modul radio yaitu nRF24L01 sebagai media komunikasi wireless antara robot dengan *remote control*. Hasil pengujian sensor ultrasonik (HC-SR04) memiliki rata-rata *error* yaitu sebesar 2,75%, Sensor gas (MQ2) rata-rata persentase *error* sebanyak 1,93%, Sensor api maksimal hanya mampu mendeteksi api dari korek gas sejauh 30cm, delay pengiriman data sensor dari robot melalui esp2866 ke web memiliki selama 5 - 6 detik. Sensor dht11 pada ruangan menggunakan pendingin ruangan memiliki rata-rata *error* sebesar 4% dan pada ruangan tidak menggunakan pendingin ruangan sebesar 3,12%. *remote control* dapat terhubung dengan robot jika halangan kurang dari 7 tembok, website dapat berjalan baik pada beberapa web browser yang diujikan (Opra, Google Chrome dan Microsoft Edge).

**Kata kunci :** *Embedded system, IoT, Robot Pemadam Api, nRF24L01, ESP2688, Controlling, Arduino*

### 1. PENDAHULUAN

Robotika ialah alat yang populer dalam dunia pendidikan, industri, jasa dan bidang lainnya. Perkembangan teknologi elektronik dan komputasi yang semakin canggih sangat mendukung dalam bidang robot. [1]

Terdapat macam-macam bentuk dan jenis robot dari hexapod, arm, mobile, drone, animal, hingga humanoid robot yang sudah dikembangkan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Salah satunya adalah robot pemadam api sudah banyak dikembangkan baik untuk perlombaan ataupun membantu tim SAR dalam menjalankan proses pencarian dan evakuasi korban.

Salah satunya pekerjaan yang dapat membahayakan nyawa seperti pencarian korban di bangunan yang mudah roboh dan sulit dijangkau manusia, karena keterbatasan ruang dan informasi tentang bahaya yang didapat dari suatu bangunan tersebut seperti kebocoran gas beracun, gas yang mudah terbakar, dan keadaan lingkungan sekitar bangunan yang dapat roboh sewaktu waktu. Struktur bangunan reruntuhan yang rumit juga, sehingga diperlukan evaluasi terlebih dahulu dalam bangunan tersebut agar mendapatkan informasi yang lebih akurat dan tepat sehingga dapat meminimalisir jatuhnya korban baik dari petugas pemadam kebakaran itu sendiri. Sembari tim SAR membuka jalan agar dapat dilalui manusia robot ini dapat diluncurkan untuk pencarian korban dan mengecek kondisi didalam

bangunan sehingga lebih efisien waktu untuk mendapatkan informasi dari dalam bangunan.

Berdasarkan uraian permasalahan yang telah dijelaskan, maka dibuat pengembangan miniatur robot *IoT* (*Internet of Things*) beroda yang dapat memonitoring kondisi visual menggunakan esp32-cam dan mengambil data dari sensor gas untuk mendeteksi adanya gas berbahaya jika terjadi kebocoran gas, lalu sensor ultrasonik untuk mengecek jarak halangan terhadap robot, dan jika sensor api mendeteksi api robot akan menyalakan *water pump* untuk menyemprotkan air agar api padam. Kondisi informasi data yang ditangkap disekitar robot dikirim menggunakan modul esp8266 ke website agar dapat mudah dipantau dan dikontrol menggunakan *remote control* dengan memanfaatkan modul radio yaitu nRF24L01 sebagai media komunikasi *wireless* antara robot dengan *remote control*, nRF24L01 memiliki keunggulan dalam terima paket data di bandingkan esp8266 sehingga kontroling robot lebih responsif.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terkait

Penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Robot Cerdas Pemadam Api Beroda dengan Pemantauan Berbasis Wifi”. Tujuan penelitian ini yaitu membuat sebuah robot memadamkan api beroda yang dapat bekerja otomatis untuk mencari dan memadamkan sumber api dan dapat menampilkannya

kondisi didepan robot karenaterdapat sebuah kamera untuk memonitoringnya. Adapun persamaan dari penelitian ini tentu sama-sama merancang sebuah robot pemadam api namun perbedaan robot yang dibuat Annisa dan Rahmat, adalah system robot hanya berfokus kendali robot otomatis. [2]

Pada penelitian selanjutnya dengan judul “Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24L01, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network”. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan terhadap 3 modul transceiver antara NRF24L01, *Xbee* dan juga Wifi ESP8266, berdasarkan penelitian tersebut hasilnya menunjukkan NRF24L01 sedikit lebih unggul dari modul yang lainnya. Adapun persamaan dari penelitian ini yang nantinya juga robot yang akan dibuat menggunakan modul ESP8266 dan NRF24L01 sebagai komponen komunikasi antar perangkat. [3]

Pada penelitian selanjutnya dengan judul “Implementasi Arduino dan ESP32-CAM untuk Smart Home”. Pada penelitian ini membahas menciptakan perangkat untuk mengontrol alat yang ada pada rumah dan memonitor keamanan rumah. Adapun persamaan dari penelitian ini yaitu sama-sama membutuhkan ESP32-CAM untuk memonitoring keadaan sekitar. Perbedaan sistem yang dibuat Wicaksono ialah, ESP32-CAM digunakan hanya untuk motion capture untuk keamanan rumah. [4]

Pada penelitian dengan judul “RANCANG BANGUN ROBOT SAR SEBAGAI PENDETEKSI GAS BERACUN PRA EVAKUASI” tujuan penelitian ini adalah menerapkan *Internet Of Things* kedalam fungsi robot sebagai kontroling dan memonitoring untuk mendeteksi kondisi gas beracun saat terjadi bencana disuatu tempat, sehingga dapat memberikan informasi ke tim penyelamat jika ditempat terjadinya bencana terdapat gas-gas yang berbahaya. Adapun persamaan dari penelitian ini yaitu merancang robot yang dapat memonitoring dan kontroling berbasis *IOT*. Perbedaan sistem yang akan dibuat oleh penulis ialah kegunaan robot untuk berbeda medan bencana namun beberapa komponen masih dapat diaplikasikan agar kegunaan robot lebih kompleks. [5]

## 2.2. Mobile Robot Evaluasi Pra Evakuasi

Mobile robot adalah robot yang mampu berpindah dari tempat satu ketempat yang lain, dapat dikendalikan secara auto atau manual. Jadi mobile robot pra evakuasi yang akan dibuat ialah suatu alat mekanik yang dikendalikan secara otomatis maupun manual agar dapat membantu proses sebelum evakuasi korban dari suatu bencana, Sehingga terciptanya robot pra evakuasi untuk mensimulasikan suatu keadaan pada tempat bencana menggunakan sensor dan memberikan informasi melalui sebuah media platform ke tim SAR agar mendapatkan informasi yang dibutuhkan.

## 2.3. Arduino Uno

Arduino Uno ialah salah satu jenis arduino yang sering digunakan pada umumnya selain murah dan

mudah didapat, dilengkapi dengan ATmega328P dengan versi R3. Arduino Uno telah dilengkapi dengan berbagai perangkat yg dibutuhkan agar mikrokontroler ini dapat bekerja. [6]

## 2.4. Arduino Nano

Arduino Nano mempunyai ukuran yang cukup kecil dan juga sangat sederhana. Dikarenakan ukurannya yang kecil, tidak menjaminn jenis Arduino ini tidak mampumenyimpan banyak fasilitas. Mirip dengan Arduino Uno, Arduino ini dibekali dengan processor ATmega328P berbentuk SMD yang memiliki 14 Pin *Digital I/O*, 8 Pin *AnalogInput*, dan Memakai FTDI untuk pemogramannya melalui Mikro USB. Selain itu ada juga yang memakai processor ATmega168. [6]

## 2.5. Arduino Mega 2560

Arduino Mega2560 dibuat menggunakan mikrocontroller ATmega2560. Arduino ini dibekali dengan prosesor ATmega2560 yang memiliki 54 pin digital I/O, 16 pin analog input, 4 pin UART, 2x3 pin ICSP, dan kabel USB komputer yang digunakan untuk sumber masuknya tegangan ke Arduino. [6]

## 2.6. ESP32-Cam

Esp32-Cam ialah pengembangann WiFi dengan mikrokontroler ESP32 dengan Camera. ESP32-Cam ini tidak memiliki antarmuka Usb dengan serial. Harus dilakukan Pemrograman, dilakukan menggunakan antar muka eksternal. papan ini ini memang mempunyai slot untul SD card dan LED untuk flash, dan jauh lebih kompak. [7]

## 2.7. Module WiFi ESP8266

ESP8266 adalah sebuah chip yang sudah lengkap didalamnya sudah ada *processor*, *memory* dan akses ke GPIO. Ini yang menyebabkan ESP8266 dapat secara tidak langsung mampu menggantikan arduino, ditambah dengan kemampuannya yang dapat mensupport koneksi ke WiFi secara langsung. *Internet Of Things* semakin berkembang seiring berjalannya perkembangan *mikrokontroler*, module yangberbasiskan *Ethernet* maupun WiFi semakin banyak dan beragam di mulai dari *WizNet*, *Ethernet shield* sampai yang terbaru ialah WiFi Module yang bisa di kenal dengan Esp 8266. Ada beberapa jenis Esp 8266 yang biasa dapat ditemui di pasaran, tapi yang paling mudah untuk di dapatkan di Indonesia ialah tipe ESP-01, 07, dan 12 dimana memiliki fungsi yang sama namun perbedaannya terdapat pada GPIO pin yang telah di sediakan. [8]

## 2.8. Module NRF24L01

NRF24L01 ialah *module communication wireless* yang menggunakan chip original yang diproduksi olehNordic Semiconductor berasal dari Norwegia yang berjalan dipita Frekuensi ISM 2,4 GHz yang bebas lisensi, memiliki kecepatan data sampai 2 MBps. *Module* ini mempunyai 3 opsi data *rate* yaitu

250Kbps, 1Mbps, dan 2Mbps. *Module* ini juga di lengkapi tambahan *Power Amplifier* dan *Low Noise Amplifier* sehingga jarak data yang dapat ditransfer semangkin jauh dan juga lebih stabil. Jangkauan Area yang dapat dicapai oleh modul ini mampu mencapai sampai radius 100 meter pada lapangan yang terbuka. [9]

**3. ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Adapun beberapa kebutuhan dalam penerapan IoT pada rancang bangun sistem miniatur robot pemadam api untuk membantu proses evaluasi pra evakuasi ini baik dari segi kebutuhan fungsional dan non fungsional.

**3.1. Kebutuhan Fungsional**

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan atau fungsi yang harus dimiliki atau mampu dilakukan oleh sebuah sistem, berikut kebutuhan fungsional pada robot pemadam api :

1. Menggunakan website sebagai sarana monitoring kondisi sekitar robot yang saling terhubung melalui wifi.
2. Robot dapat dikontrol menggunakan *remote control* dengan menggunakan komunikasi radio.
3. Robot dapat menampilkan video streaming yang dari diakses dari melalui web browser selama terhubung dengan satu jaringan wifi dengan robot.
4. Sistem robot dapat memadamkan api yang terdeteksi di depannya.
5. Sistem dapat mengolah data dari robot agar dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dan Tabel.
6. Sistem dapat memberikan nontifikasi ketika terdeteksi gas berbahaya.

**3.2. Kebutuhan Non Fungsional**

Kebutuhan Non Fungsional adalah kebutuhan yang tidak secara langsung terkait pada suatu fitur yang ada di perangkat lunak, berikut kebutuhan fungsional pada robot pemadam api :

1. Web dapat dijalankan oleh beberapa web browser diantaranya Explore, Mozilla Firefox, Google Chrome, dan Opra.
2. Hanya bisa memonitoring data yang yang diterima dari robot

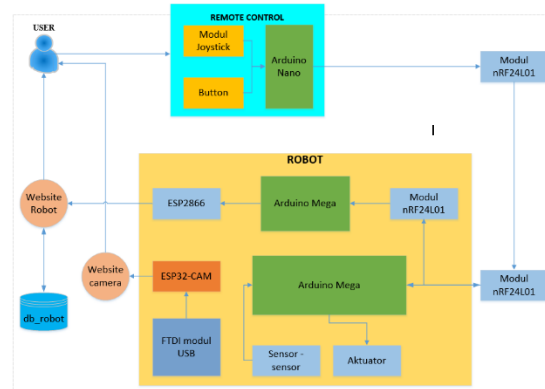
**3.3. Kebutuhan Development**

Pada sistem ini terdapat pula *hardware* dan *software* yang digunakan pada rancang bangun sistem miniatur robot pemadam api sebagai berikut:

1. Perangkat Keras ( Hardware ) :
  - a. Arduino uno, nano, mega
  - b. *Module* Wifi ESP8266
  - c. Sensor Ultrasonik
  - d. *Flame* Sensor
  - e. Motor DC
  - f. Motor Servo
  - g. *Water Pump*
  - h. ESP32-CAM

- i. nRF24L01
  - j. *Module* Joystik
  - k. Driver Motor DC Modul L298N
  - l. *Button*
2. Perangkat Lunak ( Software ) :
    - a. Arduino IDE 1.8.13
    - b. Text Editor
    - c. XAMPP
    - d. Web Browser

**3.4. Diagram Blok Sistem**

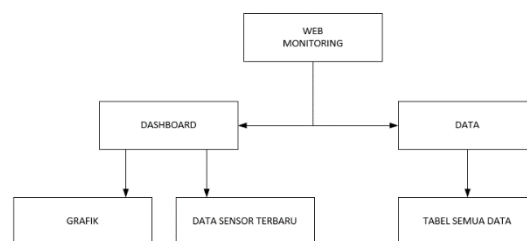


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

User dapat mengontrol robot melalui *remote control* dengan menggerakkan modul joystik dan menekan *button* yang nantinya data dari modul joystik masuk ke Arduino nano dan dikirim ke Arduino mega untuk diteruskan ke aktuator pada robot yang disalurkan melalui modul nRF24L01. Pada robot juga menangkap data melalui sensor yang ditampilkan ke website melalui modul ESP2866 dan kamera ESP32-CAM agar user dapat memonitoring keadaan disekitar robot.

**3.5. Desain Struktur Menu**

Berikut ini merupakan struktur menu dari website monitoring robot pemadam api. Dapat dilihat pada Gambar 2



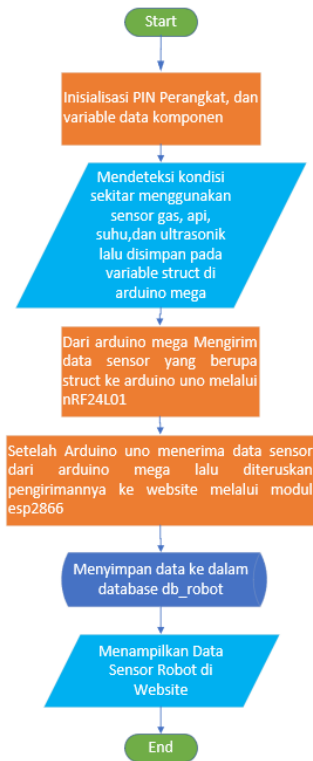
Gambar 2 Struktur Menu

Merupakan struktur menu pada website monitoring, dimana terdapat menu dashboard dan data. Pada menu dashboard menampilkan grafik untuk sensor gas dan data sensor baik sensor jarak, api, suhu yang baru diterima dari robot, sedangkan pada menu data menampilkan semua data sensor yang sudah

tersimpan ke database ditampilkan dalam bentuk Tabel

**3.6. Desain Arsitektur Sistem**

Desain arsitektur metode menjelaskan alur dari sistem monitoring parkir dan pendeteksi kebakaran. Flowchart metode bisa dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Arsitektur Sistem

**3.7. Alokasi Pin**

Alokasi pin untuk sistem kontroling, camera, dan pengiraman ke website pada robot bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alokasi pin remote kontrol robot

No	Mikro Controller	Nama Komponen	Pin
1	Arduino Nano	Modul Radio nRF24L10	VCC(5V), GND, D7, D8, D13, D11, D12
		Modul Joystick 1	VCC(5V), GND, A0, A1
		Modul Joystick 2	VCC(5V), GND, A2, A3
		Push Button 1	VCC(5V), GND, D3
		Push Button 2	VCC(5V), GND, D4
		Push Button 3	VCC(5V), GND, D5
		Led 1	VCC(5V), D2
Led 2	VCC(5V), D3		
2	FTDI modul Usb	ESP32-CAM	VCC(5V), GND, Rx Tx
3	Arduino Uno	ESP8266	VCC(5V), GND, D2, D3
		Modul Radio nRF24L10	VCC(5V), GND, D7, D8, D13, D11, D12

Kemudian untuk Alokasi pin sistem monitoring dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Alokasi pin sistem monitoring robot

No	Mikro Controller	Nama Komponen	Pin
1	Arudino Mega	Motor DC	Out1, out2, out3, out4
		Modul L298N (motor depan)	Vcc(12V), GND, A9, A10, A11, A12
		Modul L298N (motor belakang)	Vcc(12V), GND, A13, A14, A15, A16
		Motor Servo (vertikal)	Vcc(5V), GND, D5(PWM)
		Motor Servo (horizontal)	Vcc(5V), GND, D6(PWM)
		Relay	Vcc(5V), GND, D10
		Water Pump	COM, NO
		Led	D10, GND
		Sensor Api	Vcc(5V), GND, A0
		Sensor Ultrasonik HS-SR04 (depan)	Vcc(5V), GND, D22, D23
		Sensor Ultrasonik HS-SR04 (kiri)	Vcc(5V), GND, D24, D25
		Sensor Ultrasonik HS-SR04 (kanan)	Vcc(5V), GND, D26, D27
		Batrai 9v	Vcc, GND
		Modul Radio nRF24L01	Vcc(5V), GND, D7, D8, D52, D50, D51
Sensor Suhu DHT-11	Vcc(5V), GND, D9		
Sensor Gas MQ2	Vcc(5V), GND, A1		

**4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Pada bab ini akan ditunjukkan hasil dari pembahasan terhadap implementasi dan pengujian yang telah dilakukan.

**4.1. Pengujian ESP8266**

Dilakukan pengujian terhadap modul ESP8266 untuk mengecek delay pengiriman data yang dibutuhkan setiap pengiriman data ke website. Berikut hasil dari pengujian esp8266 pada Tabel 3.

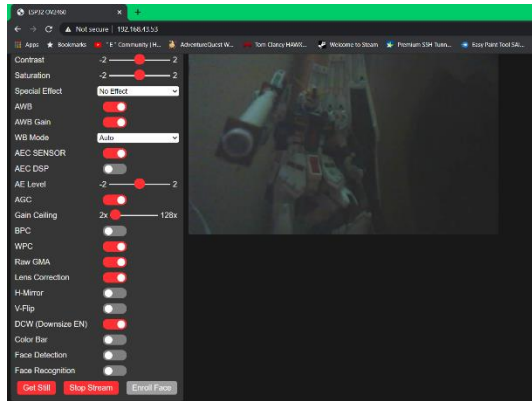
Tabel 3. Pengujian ESP8266

No	Waktu		Delay (Detik)
	Waktu Pengiriman	Waktu Tampil di Web	
1	08:13:15	08:13:21	6
2	08:13:21	08:13:27	6
3	10:42:33	10:42:39	6
4	10:42:39	10:42:45	6
5	12:11:57	12:12:03	6
6	12:12:03	12:12:08	5
7	15:22:23	15:22:30	6
8	15:22:30	15:22:36	6
9	19:33:41	19:33:46	5
10	19:33:46	19:33:52	6

Pengiriman data dari arduino ke website monitoring melalui esp2866 yaitu memiliki rentang delay selama 6 – 5 detik setiap sekali pengiriman data, dan kecepatan pengiriman data di pengaruhi beberapa faktor seperti sinyal dan lamanya eksekusi program yang terjadi pada Arduino.

**4.2. Pengujian ESP32 Cam**

Dilakukan pengujian terhadap ESP32-CAM yang merupakan kamera untuk memonitoring kondisi disekitar robot. Berikut hasil dari pengujian ESP32-CAM.



Gambar 4. Pengujian ESP32 Cam

Gambar 4 merupakan hasil tampilan pengujian ESP32-CAM, dengan mengakses domain berupa alamat IP yang telah diperoleh dari ESP32-CAM pada browser, juga disediakan beberapa fitur untuk pengolahan citra pada kamera.

**4.3. Pengujian Sensor Ultrasonik(HC-SR04)**

Dilakukan pengujian sensor ultrasonik unuktu mengukur jarak. Berikut hasil dari pengujian sensor ultrasonik. Yang hasilnya bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Meteran	Sensor Ultrasonik	Selisih	Persentase Error
1.	10cm	10cm	0cm	0%
2.	20cm	20cm	0cm	0%
3.	30cm	30cm	0cm	0%
4.	50cm	51cm	1cm	2%
5.	70cm	71cm	1cm	1,43%
6.	100cm	104cm	4cm	4%
7.	150cm	157cm	7cm	4,66 %
8.	200cm	210cm	10cm	5%
9.	250cm	263cm	13cm	5,2%
10.	300cm	316cm	16cm	5,3%
Rata-rata persentase Error				2,75%

**4.4. Pengujian Sensor Api**

Dilakukan pengujian terhadap sensor api untuk menentukan jangkauan maksimal api yang dapat dideteksi tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Sensor Api

No.	Jarak Api dengan Sensor	Analog value	Kondisi	Status
1	0cm	695	Tidak ada api	Tidak Terdeteksi
2	5cm	122	Ada api	Terdeteksi
3	10cm	125	Ada api	Terdeteksi
4	15cm	130	Ada api	Terdeteksi
5	20cm	138	Ada api	Terdeteksi
6	25cm	145	Ada api	Terdeteksi
7	30cm	152	Ada api	Terdeteksi
8	35cm	257	Ada api	Tidak Terdeteksi
9	40cm	261	Ada api	Tidak Terdeteksi
10	60cm	395	Ada api	Tidak Terdeteksi

**4.5. Pengujian Sensor Gas (MQ2)**

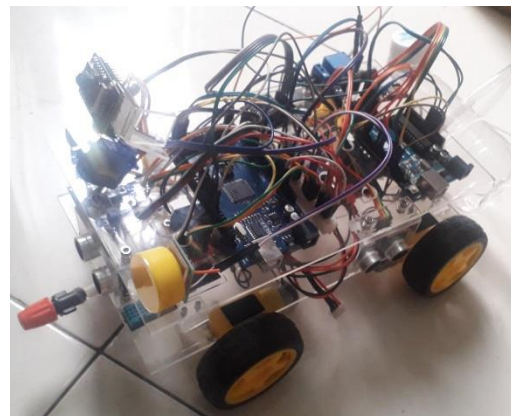
Pengujian terhadap sensor gas MQ2 dengan membandingkan nilai analog yang dari sensor dengan alat pembanding Combustible Gas Detector 602, dan gas yang ditangkap berasal dari gasnya korek gas bisa dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Sensor Gas

No	Hasil baca nilai analog		Selisih	Kesalahan (%)
	Sensor MQ-2	Combustible Gas Detector 602		
1	121	128	7	5,46%
2	118	111	7	6,3%
3	137	131	6	4,58%
4	146	148	4	4,05%
5	115	113	2	1,76%
6	211	207	4	1,93%
7	235	234	1	0,42%
8	197	199	2	1,00%
9	149	144	5	3,47%
10	121	121	0	0%
Rata - rata kesalahan				1,93%

**4.6. Pengujian Sistem Robot Pemadam Api**

Pengujian fungsionalitas komponen pada sistem robot pemadam api



Gambar 5. Bentuk sistem robot pemadam api

Pengujian pada fungsionalitas komponen pada sistem pemadam api yang bisa dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Robot Pemadam Api

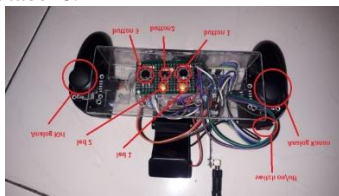
No	Nama Komponen	Jumlah	Berfungsi dengan baik	Mempunyai kendala
1	Arduino Mega	1	✓	X
2	Arduino Uno	1	✓	X
3	Arduino Nano	1	✓	X
4	Modul ESP2866	1	✓	X
5	Modul nRF24L01	3	✓	X
6	Modul L298n	2	✓	X
7	Modul joystick	2	✓	X
8	Sensor Ultrasonik (HC-SR04)	3	✓	X
9	Sensor Api	1	✓	X
10	Sensor Gas (MQ2)	1	✓	X
11	Sensor Suhu (DHT11)	1	✓	X
12	Gearbox Motor DC	4	✓	X
13	Motor Servo	2	✓	X
14	Relay	1	✓	X
15	Buzzer	1	✓	X
16	LED	2	✓	X
17	Water Pump	1	✓	X
18	Push Button	3	✓	X
19	Modul USB FTDI	1	✓	X

Keterangan :

- ✓ : Berhasil
- x : Tidak Berhasil

#### 4.7. Pengujian Remote Control

Pengujian *remote control* pada robot pemadam api dilakukan pada semua kinerja sistem yang ada baik komponen maupun eksekusi program yang telah dibuat seperti pada tabel 8.



Gambar 6. Bentuk sistem remote control robot

Tabel 8. Pengujian *remote control*

No	Kondisi Komponen	Perintah yang dieksekusi	Berfungsi dengan baik	Mempunyai kendala
1	Analog kanan mengarah ke depan	Robot berjalan maju	✓	X
2	Analog kanan mengarah ke belakang	Robot berjalan mundur	✓	X
3	Analog kanan mengarah ke kiri	Robot berputar ke arah kanan	✓	X
4	Analog kanan mengarah ke kanan	Robot berputar ke arah kiri	✓	X
5	Analog kiri mengarah ke depan	Servo robot mengarahkan kamera keatas	✓	X
6	Analog kiri mengarah ke belakang	Servo robot mengarahkan kamera ke bawah	✓	X
7	Analog kiri mengarah ke kanan	Servo robot mengarahkan kamera ke kanan	✓	X
8	Analog kiri mengarah ke kiri	Servo robot mengarahkan kamera ke kiri	✓	X
9	Analog kiri mengarah ke kiri	Servo mengarahkan kamera ke kiri	✓	X
10	Menekan button 1	Menghidupkan dan mematikan lampu pada robot dan led 1 pada remote	✓	X
11	Menekan button 2	Mereset ulang <i>remote control</i>	✓	X
12	Menekan button 3	Membunyikan buzzer pada robot	✓	X
13	Switch On/Off	Menghidupkan dan mematikan <i>remote control</i>	✓	X

#### 4.8. Pengujian Sensor Suhu (DHT11)

Pengujian dilakukan dengan membandingkan suhu yang ditangkap alat pembanding dengan sensor dht11 pada ruang yang menggunakan penyejuk ruangan dengan posisi pengujian tepat dibawah penyejuk ruangan, dan sample diambil setiap 15 - 30 menit bisa dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Pengujian Sensor Suhu dengan pendingin ruangan

No.	HTC 2	Sensor DHT11	Waktu pengambilan data	Selisih	Kesalahan (%)
1	21°C	21°C	08.12	0°C	0%
2	20°C	21°C	10.17	1°C	5%
3	20°C	21°C	12.46	1°C	5%
4	20°C	21°C	14.44	1°C	5%
5	22°C	23°C	16.31	1°C	5%
Rata-rata Kesalahan					4%

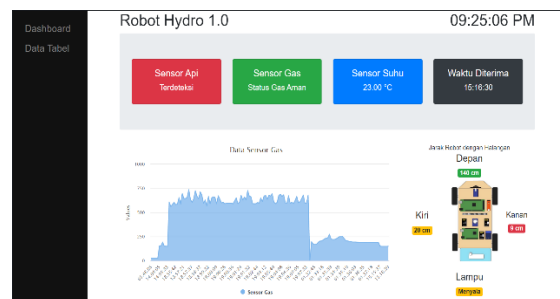
Pengujian kedua dilakukan pada ruang yang tidak menggunakan pendingin ruangan, berikut hasil dari pengujian sensor suhu pada Tabel 10.

Tabel 10. Pengujian Sensor Suhu tidak menggunakan pendingin ruangan

No.	HTC 2	Sensor DHT11	Waktu pengambilan data	Selisih	Kesalahan (%)
1	27°C	26°C	13.43	1°C	3.7%
2	26°C	25°C	16.20	1°C	3.8%
3	25°C	25°C	19.39	0°C	0%
4	26°C	25°C	22.10	1°C	3.8%
5	23°C	24°C	01.07	1°C	4,3%
Rata-rata Kesalahan					3,12%

#### 4.9 Tampilan Halaman Dashboard

Halaman Dashboard digunakan untuk monitoring data informasi tentang data sensor-sensor yang ditangkap oleh robot dari sensor gas, api, suhu, dan ultrasonic dari ketiga sisi, bisa dilihat pada Gambar 6.



Gambar 7. Tampilan halaman Dashboard

#### 4.10 Tampilan Halaman Tabel

Pada halaman tabel ditampilkan berisi tentang informasi atau *history* dari hasil pendeteksian semua sensor yang telah masuk kedalam database besarta waktu, dan tanggal dilihat pada gambar 7..

Gambar 8. Tampilan Halaman Tabel

4.11 Pengujian Baterai

Pengujian Baterai dilakukan dengan menjalankan robot dari kondisi daya baterai terisi penuh dengan menjalankan robot terus menerus sampai daya baterai pada robot sudah tidak mampu untuk menjalankan robot, pengujian dilakukan secara bertahap dengan menjalankan robot selama 20 menit pengujian seperti pada tabel 11.

Tabel 11. Pengujian remote control

No	Durasi	Status Robot	Kondisi robot
Percobaan 1			
1	20 menit	Menyala	Robot dapat berjalan
2	40 menit	Menyala	Robot dapat berjalan
3	53 menit	Menyala	Robot dapat berjalan
4	54 ~ 55 menit	Menyala	Robot tidak berjalan
Percobaan 2			
1	20 menit	Menyala	Robot dapat berjalan
2	40 menit	Menyala	Robot dapat berjalan
3	54 menit	Menyala	Robot dapat berjalan
4	55 ~ 56 menit	Menyala	Robot tidak berjalan

4.12 Pengujian software

Pengujian software pada penelitian ini dengan dilakukannya menguji komparabilitas website terhadap web browser Hasil uji coba komparabilitas website terhadap web browser seperti ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 12. Pengujian software

No	Aspek Pengujian	Web Browser		
		Opera	Google Chrome	Microsoft Edge
1.	Menampilkan status kondisi sensor api	✓	✓	✓
2.	Menampilkan kondisi jarak sensor ultrasonik	✓	✓	✓
3.	Menampilkan kondisi suhu ruangan	✓	✓	✓
4.	Menampilkan live streaming (camera esp32-cam)	✓	✓	✓
5.	Menampilkan data grafik	✓	✓	✓

Keterangan :

- ✓ : Iya
- X : Tidak.

Dapat dilihat hasil uji coba pada tabel 4.7 bahwa aplikasi yang dibuat dapat berjalan dengan baik pada web browser Opera , Google Chrome dan Microsoft Edge yaitu tampilan login dan semua fungsi di halaman utama seperti panel data atau tabel, panel

data grafik, dan tampilan logout berfungsi dengan baik serta semua responsif dari aplikasi dan alat bisa berjalan dengan baik. Karena aplikasi merupakan website responsif yang dibuat menggunakan pemrograman PHP

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari beberapa tahap pengujian dan perbandingan yang telah dilakukan, menghasilkan beberapa kesimpulan diantaranya :

1. Pengiriman data sensor dari robot melalui modul WiFi ESP8266 sampai diterima dan ditampilkan pada website memiliki delay selama 5 – 6 detik.
2. Hasil pengujian pada sensor Ultrasonik menunjukkan rata-rata memiliki selisih paling besar yaitu sebesar 16 cm dengan rata-rata persentase error yaitu sebesar 2,75%.
3. pada jarak rentang 30 – 35 cm api susah untuk dideteksi oleh sensor dan ketika jarak api sudah lebih dari 35cm sensor sudah tidak dapat mendeteksinya.
4. Hasil Pengujian sensor suhu (DHT11) pada ruangan ber-AC memiliki rata-rata persentase error 4% dan pada ruangan tidak ber-AC memiliki rata-rata pesentase error 3,12%
5. Hasil pengujian pada Sensor gas (MQ2) menunjukkan selisih terkecil adalah 0 dengan dan selisih terbesar adalah 7 dengan persentase error 5,46% jika dirata-ratakan didapatkan persentasi error sebesar 1,93%
6. Hasil pengujian remote control sudah berfungsi dengan baik untuk mengontrol robot, namun pada pengujian jarak kontrol jika tidak ada halang robot dapat dikontrol dengan normal, namun jika ada halangan seperti tembok, maksimal robot dapat di kontrol sejauh 32 meter dengan halangan sebanyak 8 tembok
7. Website berjalan dengan baik pada beberapa web browser yang diujikan yaitu Opra ver. 73.0.3856.284, Google Chrome ver. 87.0.4280.88 dan Microsoft Edge ver. 87.0.644.66

5.2. Saran

Rancang bangun robot pemadam kebakaran dengan fitur monitoring ini terdapat kekurangan, sehingga dibutuhkan saran untuk memperbaiki sistem ini. Berikut adalah saran dari penelitian yang dilakukan:

1. Masih banyak sistem yang dikontrol secara manual melalui remote control, jika perlu dibutikan sistem kendali otomatis sehingga robot bisa disetting dikontrol secara manual atau otomatis dengan menambahkan AI kedalam robot.
2. Perbanyak penggunaan sensor api dan gas agar pembacaan data sensor didapat dari segala arah.
3. Menggunakan modul ESP ver.5 keatas delay pengiriman data ke website lebih cepat.

4. Mengganti manipulator robot menggunakan roda tank agar memudahkan robot ketika berjalan di permukaan yang tidak rata
5. Menjabarkan dengan akurat gas apa saja yang terdeteksi oleh robot.
6. penambahan gps dan sistem pada web agar robot juga dapat di tracking melalui website

#### DAFTAR PUSATAKA

- [1] H. D. Siswaja, "PRINSIP KERJA DAN KLASIFIKASI ROBOT," *Media Informatik*, pp. 147-157, 2008.
- [2] H. Annisa dan R. Rahmat, "Jurnal Fisika Unand," *Rancang Bangun Robot Cerdas Pemadam Api Beroda dengan Pemantauan Berbasis Wifi*, vol. VI, pp. 2302-8491, 2017.
- [3] J. S. Upik, P. Rakhmadhany dan M. Rizal, *Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24101, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network*, vol. II, pp. 1510-1517, 2017.
- [4] F. W. Mochamad dan D. R. Myrna, *Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home*, vol. X, pp. 40-51, 2020.
- [5] R. Bima, A. W. Suryo dan A. Karina, "Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika," *RANCANG BANGUN ROBOT SAR SEBAGAI PENDETEKSI GAS BERACUN PRA*, pp. 247-255, 2020.
- [6] Junaidi dan Y. D. Prabowo, *PROJECT SISTEM KENDALI ELEKTRONIK BERBASIS ARDUINO*, Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja Anggota, 2018.
- [7] oneguyoneblog, "oneguyoneblog," 9 September 2019. [Online]. Available: <https://OneGuyOneBlog.com/2019/09/09/esp32-cam-esp32-camera-sd-card-Slot/>. [Diakses 4 November 2020].
- [8] Arafat, "SISTEM PENGAMAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) DENGAN ESP8266," *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik "Technologia"*, pp. 262-268, 2016.
- [9] J. Shobrina, R. Primananda dan R. Maulana, "Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24101, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, pp. 1510-1517, 2018.