

## RANCANG BANGUN PENDETEKSI KEBAKARAN DINI PADA KAPAL IKAN BERBASIS IoT DENGAN KOMUNIKASI LoRa

Ahmad Arief Dwi Cahya Lumintang<sup>1</sup>, Edy Prasetyo Hidayat<sup>2</sup>, Rini Indarti<sup>3</sup>, Anggara  
Trisna Nugraha<sup>4</sup>, Salsabila Ika Yuniza<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi D4 Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Email korespondensi: [arief.dwi@student.ppns.ac.id](mailto:arief.dwi@student.ppns.ac.id)

### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara maritim dengan banyak pulau yang dikelilingi oleh lautan. Sebagian besar penduduk Indonesia yang tinggal di pesisir pantai bermatapencaharian sebagai nelayan. Rata-rata nelayan menggunakan perahu kecil sebagai kendaraan untuk menyeberangi lautan. Karena keterbatasan ruang yang dimiliki kapal-kapal kecil ini, banyak kendala yang dihadapi. Salah satunya adalah keterlambatan informasi jika terjadi kebakaran karena modul komunikasi hilang, yang berarti bantuan tidak dapat segera dihubungi. Syahbandar sulit mengetahui posisi akhir kapal saat berlayar atau melaut. Pada penelitian ini dikembangkan alat pendeteksi kebakaran kapal penangkap ikan yang diperlukan untuk mendeteksi dini kebakaran pada kapal penangkap ikan dan melacak lokasi kapal jika terjadi kebakaran. Alat bekerja selama pemantauan asap dan kebakaran. Sensor MQ 2 mendeteksi adanya asap dan sensor tersebut diumpankan ke Arduino Mega2560. Alat ini juga dilengkapi dengan GPS untuk mengetahui posisi kapal, keluaran dari GPS berupa informasi latitude dan longitude untuk koordinat kapal di tengah lautan. Koordinat ini juga menjadi input Arduino. Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan modul LoRa sebagai transceiver, data sensor dan koordinat kapal yang diterima Arduino dikirim ke stasiun darat dengan LoRa. LoRa kemudian menerima data dan sinyal dari kapal di stasiun darat. Informasi ditampilkan di komputer dan dapat dilihat oleh penyelamat di stasiun bumi. Petugas dapat memberikan bantuan dengan cepat karena mengetahui koordinat kapal dari data yang ditampilkan di komputer.

**Kata kunci :** Kebakaran Kapal, Sensor Asap dan Flame sensor, sensor GPS, Komunikasi jarak jauh

### PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan. Banyak penduduk Indonesia yang bekerja sebagai nelayan, baik skala besar maupun skala kecil. Nelayan Indonesia kebanyakan menggunakan perahu kecil. Kapal kecil

biasanya tidak memiliki proteksi kebakaran di kapal dan kapal kecil juga tidak memiliki modul komunikasi, yang membuat kapal sulit ditemukan jika terjadi kecelakaan atau kebakaran.

Kebakaran merupakan bencana yang selalu menimbulkan banyak hal yang tidak diinginkan. Kebakaran dapat menimbulkan kerugian, baik kerusakan harta benda maupun ancaman terhadap keselamatan nyawa manusia. Menurut laporan Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) tanggal 1 Januari 2017, telah terjadi kecelakaan laut di Indonesia antara tahun 2010 hingga 2016, dimana 35% dari total 54 kecelakaan disebabkan oleh kebakaran kapal dan 31% oleh tabrakan kapal. sisanya tenggelam. dan bangkai kapal, lainnya[1].

Untuk memprediksi dan meminimalisir kebakaran pada kapal, diperlukan suatu alat yang dapat mendeteksi potensi bahaya kebakaran melalui sistem otomasi, tujuannya adalah untuk mengetahui potensi kebakaran pada kapal secara cepat. Itu kemudian dapat mengirim pesan marabahaya dan lokasi kapal ke stasiun darat. Rancangan alat ini ditenagai oleh papan Arduino dan modul LoRa kapal sebagai transceiver dengan perangkat pendukung berupa detektor asap MQ-2. Sensor MQ-2 akan digunakan untuk mendeteksi konsentrasi asap di kapal dan sensor Global Positioning System (GPS) akan ditambahkan untuk menentukan koordinat kapal. Sedangkan output Arduino mengirimkan data sensor dan mengirimkan koordinat dengan modul LoRa. Kemudian LoRa menerima data kapal di ground station sebagai penerima. Informasi kapal yang diterima ditampilkan di komputer stasiun darat. Menggunakan modul LoRa memungkinkan komunikasi antara kapal nelayan dan pelabuhan hingga sejauh 1,3km.

## METODE PENELITIAN

Pada sistem ini terdapat beberapa material yang dapat digunakan dalam perancangannya. Pada perancangan mekanik terdapat beberapa komponen terpasang antara lain :

### 2.1. Sensor MQ2

Sensor MQ 2 merupakan sensor karbon

monoksida yang mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida dan sensor ini digunakan dalam penelitian ini untuk memantau asap rokok. Sensor ini memiliki sensitivitas high dan waktu respon yang cepat. Keluaran yang dihasilkan oleh sensor ini adalah sinyal analog, MQ 2 membutuhkan 5V DC, resistansi sensor ini berubah ketika ada gas, keluaran dari sensor ini dihubungkan ke pin analog mikrokontroler Arduino, yang menunjukkannya sebagai digital. Sinyal dalam format logika LOW(0V) dan HIGH (5V).

### 2.2. Sensor Api

Detektor api atau flame detector adalah pendeteksi api dengan munculnya nyala api secara tiba-tiba. Intensitas nyala api yang diamati adalah nyala api dengan panjang gelombang 760nm sampai 1100nm. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi nyala api adalah sensor infra merah yang biasanya digunakan di dalam ruangan di perkantoran, rumah atau hotel. Namun, juga sering digunakan dalam pertandingan robot. Fungsi dari sensor ini adalah untuk mendeteksi nyala api. Detektor api ini memiliki keunggulan penting. Salah satunya adalah kemampuan untuk meminimalisir false alarm atau alarm palsu sebagai tanda akan datangnya api. Sensor ini dirancang khusus untuk mengetahui penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu.

### 2.3. Sensor GPS

GPS (Global Positioning System) adalah sistem yang bekerja berdasarkan data orientasi untuk menemukan tempat di bumi. GPS memiliki tiga bagian besar dalam sistem operasinya, yaitu segmen kontrol GPS, segmen ruang GPS, dan segmen pengguna GPS. Salah satu dari tiga bagian tersebut adalah segmen pengguna GPS. Segmen pengguna GPS adalah bagian dari GPS yang menerima informasi dari satelit melalui sinyal radio yang dikirim setelah mengoreksi data dari sinyal kontrol (segmen kontrol GPS). Salah satu perangkat di segmen pemantauan GPS adalah sensor GPS UBLOX NEO-7M. Modul GPS ini memiliki fitur yang baik sebagai mesin penentuan posisi atau positioning. Spesifikasi GPS UBLOX NEO-7M berupa penerima GPS dengan 5656 saluran,

waktu fix pertama kali pada kondisi cold start adalah 30 detik, pada kondisi hot start adalah 28 detik, pada kondisi hot start adalah 1 detik. Start yang dibantu membutuhkan waktu 5 detik. GPS NEO -7M memiliki sensitivitas pelacakan dan navigasi - 161 dBm, frekuensi sinyal pulsa waktu 0,25 Hz - 10 MHz dan frekuensi pembaruan navigasi maksimum 10 Hz. Modul ini menggunakan protokol NMEA, yaitu protokol yang dikeluarkan oleh penerima GPS. Informasi yang diberikan adalah lintang, bujur, ketinggian, waktu standar UTC dan kecepatan darat dalam bentuk koordinat.

#### 2.4. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler berbasis Arduino yang menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki jumlah pin I/O yang cukup banyak dibandingkan pendahulunya yaitu Arduino UNO dengan 54 pin I/O digital (15 diantaranya adalah PWM), 16 pin input analog, 4 pin UART (Hardware Serial Port). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan osilator 16MHz, konektor USB, konektor daya DC, header ICSP, dan tombol reset. Board ini sangat lengkap, sudah memiliki semua yang dibutuhkan untuk mikrokontroler. Arduino Mega 2560 lebih besar dari Arduino UNO. Arduino Mega 2560 cocok untuk proyek yang membutuhkan banyak pin input dan output karena Arduino Mega 2560 mendukung hingga 54 pin digital dan 16 pin analog. Arduino Mega 2560 bekerja maksimal dengan tegangan suplai 9V dan tegangan operasi 5V. Board Arduino Mega 2560 memiliki voltage regulator yang mengatur agar tegangan operasi selalu 5V walaupun inputnya sekitar 7-12V.

#### 2.5. Lora RFM95 Shield 925MHz

Modul LoRa adalah alat dengan wireless frequency atau radio frekuensi dengan jarak tempuh yang jauh dengan menggunakan power konsumsi yang rendah. LoRa (Long Range) adalah teknologi komunikasi nirkabel digital eksklusif yang dikembangkan oleh Cycleo de Grenoble, Prancis dan diakuisisi oleh Semtech pada tahun 2012. LoRa adalah protokol komunikasi nirkabel jarak jauh yang bersaing dengan low power wide area network (LPWAN). ), seperti Narrowband IoT (NB IoT)

atau LTE Cat M1. Namun, dibandingkan dengan teknologi tersebut, LoRa memiliki jangkauan yang sangat jauh, melebihi jarak 10 km meski dengan transmisi data yang rendah. Karena transmisi data kurang dari 50kbps, dan LoRa memiliki tingkat penggunaan dan kelemahan lainnya, teknologi ini secara praktis cocok untuk aplikasi yang tidak mempertimbangkan penundaan transmisi data. Transceiver SX1276/77/78/79 adalah modul transceiver LoRa® nirkabel jarak jauh yang menyediakan komunikasi spektrum penyebaran sangat panjang dengan kekebalan high dan konsumsi daya rendah. Dengan teknologi modul LoRa yang dipatenkan Semtech, modul yang dapat beroperasi dengan sensitivitas hingga -148dBm ini dapat dioperasikan dengan biaya rendah. Modul LoRa ini juga memiliki keunggulan selektivitas dan pemblokiran yang jauh lebih baik daripada sistem modul tradisional, menjadikan modul ini salah satu transceiver paling unggul dalam hal jangkauan, kekebalan kebisingan, dan konsumsi daya. RFM95 adalah tipe LoRa yang banyak tersedia di pasaran yang menggunakan chip LoRa SX1276 dengan frekuensi 915.

#### 2.6. Push Button

Push button digunakan untuk switching antara ON ataupun OFF adalah sebuah alat/saklar sederhana yang menghidupkan atau mematikan arus listrik ke bracket dengan sistem tidak terkunci (unlocked). Sistem operasi terbuka di sini maksudnya adalah saklar yang berfungsi sebagai saklar atau sakelar pada saat tombol ditekan, dan pada saat tombol tidak ditekan (dilepas) maka saklar kembali ke keadaan normal.

#### 2.7. Buzzer

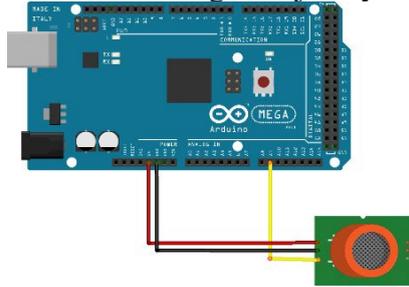
Buzzer komponen elektronik yang mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Biasanya buzzer digunakan untuk menandakan akhir dari proses atau sebagai alarm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil pengujian alat ini bertujuan untuk mengetahui nilai output generator dan kecepatan putaran turbin serta dapat diketahui berapa nilai error yang dihasilkan.

### 3.1. Pengujian Sensor MQ-02

Pada penelitian ini, sensor MQ-02 berfungsi sebagai pendeteksi asap yang ditimbulkan oleh material kapal yang mudah terbakar untuk mencegah terjadinya kebakaran.



Gambar 1. Rangkaian Sensor MQ-02 dan Arduino Mega

Pada rangkaian Gambar 1 pin VCC sensor MQ-02 dihubungkan dengan pin Vin Arduino Mega 2560. Jika pin GND sensor dihubungkan dengan pin ground Arduino Mega 2560. Maka analog pin sensor terhubung ke pin A8 dari Arduino Mega 2560.

Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan  $CO_2$  saat sensor MQ-02 berada di dalam dengan standar konsentrasi  $CO_2$  yang diperbolehkan sehat termasuk 1000 ppm (data PMK RI No. 1 detik. Nilai terukur sensor MQ-02- di bawah kondisi normal adalah nilai ADC. Nilai ADC ini dapat dikonversi menjadi satuan kerapatan asap dengan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Nilai kepekatan asap (ppm)} = \frac{\text{nilai ADC} \times (1000 - 300)}{1023} \quad (1)$$

Rumus tersebut didapatkan dari range pembacaan sensor yaitu 0 – 10.000 ppm dan range ADC sensor yaitu 0 – 1023. Dari rumus tersebut akan didapatkan nilai kepekatan asap dalam satuan ppm.

Setelah dilakukan konversi pembacaan sensor dari nilai ADC ke ppm, maka selanjutnya dapat dicari nilai presentasi error  $\epsilon$ , yaitu melakukan pengurangan nilai standar konsentrasi  $CO_2$  dengan nilai pembacaan sensor MQ-02 lalu dibagi nilai standar konsentrasi  $CO_2$  dan dikali 100%.

$$\text{Error} = \frac{\text{Standar Konsentrasi } CO_2 - \text{nilai MQ2}}{\text{Standar konsentrasi } CO_2} \times 100\% \quad (2)$$

Adapun untuk mendapatkan nilai rata-rata eror adalah dengan menambahkan keseluruhan jumlah nilai eror ( $\sum e$ ) dan dibagi dengan jumlah banyaknya pengambilan data (P).

$$\text{Rata - rata eror} = \frac{\sum e}{p} \quad (3)$$



Gambar 2. Percobaan Sensor MQ-02

Tabel 1. Pengujian Sensor MQ-02 Sensor MQ-02 Sensor Pertama dalam kondisi normal

No	Nilai Standart kepekatan Asap	Nilai ADC	Konversi nilai ADC ke PPM	Persentase error
1	1000	110	1043,01	-4%
2	1000	110	1043,01	-4%
3	1000	109	1033,53	-3%
4	1000	109	1033,53	-3%
5	1000	109	1033,53	-3%
6	1000	108	1024,05	-2%
7	1000	110	1043,01	-4%
8	1000	108	1024,05	-2%
9	1000	110	1043,01	-4%
10	1000	109	1033,53	-3%
11	1000	109	1033,53	-3%
12	1000	109	1033,53	-3%
13	1000	108	1024,05	-2%
14	1000	108	1024,05	-2%
15	1000	108	1024,05	-2%
	Rata – Rata Error			-3%

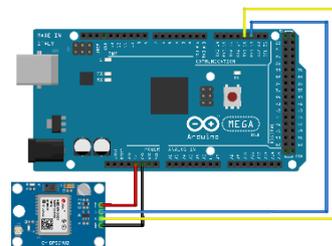
Rata-rata eror yang didapat yaitu 3%. Sehingga dapat disimpulkan untuk sensor MQ-02 sensor kedua layak digunakan dalam penelitian ini.

### 3.2. Pengujian GPS

Pengujian sensor GPS ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan pembacaan koordinat latitude dan longitude lokasi serta pengoperasian sensor GPS. Tujuan dari pengujian akurasi sensor GPS adalah untuk mengetahui level atau tingkat kesalahan yang ada pada pembacaan sensor GPS pada alat.

Pada gambar 3 pin VCC sensor GPS dihubungkan dengan pin Arduino Mega 2560 5V. Setelah itu pin GND dari sensor dihubungkan ke pin GND Arduino Mega 2560. Setelah itu pin RX dari sensor dihubungkan ke pin RX1 dari Arduino Mega 2560 dan sensor TX dihubungkan ke TX1 pin arduino mega

2560. Saat menguji sensor GPS, 10 tes dilakukan untuk mengambil informasi lintang dan bujur. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui cara kerja sensor GPS. Hasil pengujian sensor GPS dibandingkan dengan Google Maps ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 3. Wiring GY-NEO6MV2 GPS Modul dengan Arduino Mega2560

Tabel 2. Pengujian Sensor GPS

NO	Sensor GPS Kapal		Google Maps		Selisih	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
1	-7.306451	112.797348	-7.306495	112.797606	44	258
2	-7.306454	112.797348	-7.306495	112.797606	41	258
3	-7.306454	112.797348	-7.306495	112.797606	41	258
4	-7.306455	112.797348	-7.306495	112.797606	40	258
5	-7.306459	112.797348	-7.306495	112.797606	36	258
6	-7.306464	112.797348	-7.306495	112.797606	31	258
7	-7.306458	112.797355	-7.306495	112.797606	37	251
8	-7.306454	112.797355	-7.306495	112.797606	41	251
9	-7.306454	112.797355	-7.306495	112.797606	41	251
10	-7.306453	112.797355	-7.306495	112.797606	42	251
	Rata-rata				39,4	255,2

Tabel 2 menunjukkan nilai pembacaan koordinat sensor GPS serta koordinat berdasarkan Google Maps. Untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor GPS, maka selisih latitude dan longitude hasil pembacaan sensor GPS dihitung berdasarkan Google Maps. Setelah menghitung selisih antara sensor lintang-bujur dan Google Maps, selisih rata-rata antara lintang 39,5 dan bujur adalah 255,2. Melihat koordinat tersebut di Google Maps, nilai sensor GPS menyimpang dari koordinat pengujian sekitar 26,12 m.

Selain membaca data garis lintang dan garis bujur, uji sensor GPS juga menguji waktu respons dari perolehan sinyal GPS onboard. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sensor GPS kapal untuk menerima data. Mengetahui waktu respon sinyal GPS mempengaruhi kinerja perangkat. Pengujian waktu reaksi dilakukan di luar ruangan dan pengujian ini dilakukan di Jl. Semolo Waru 14-5, Medokan Semampir, Kec. Juicer, Kota SBY, Jawa Timur 60119. Bertujuan menyesuaikan penggunaan alat di laut. Hasil respon waktu perolehan sinyal ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Respon Waktu Sensor GPS untuk Mendapatkan data

NO	Waktu Respon	
	Menit	detik
1	4	20
2	3	14
3	3	10
4	3	14
5	3	25
6	3	15
7	3	15
8	3	14
9	3	18
10	3	25
	Rata-rata	3 23

Dengan menggunakan Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan sensor GPS perangkat untuk memperoleh sinyal adalah 3,1 menit 17 detik.

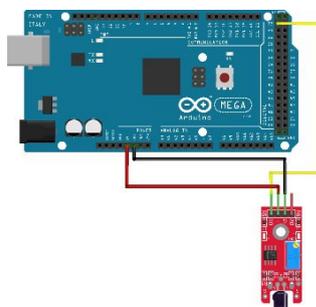
Sensor GPS memerlukan waktu untuk mendapatkan sinyal GPS karena sensor GPS membutuhkan waktu untuk mengisi daya baterai pada modul sensor yang digunakan untuk menampilkan Waktu Standar UTC (UTC time). Gambar 3.4 merupakan sensor GPS eksperimental.



Gambar 4. Percobaan Sensor GPS

### 3.3. Pengujian Sensor Api

Selanjutnya yaitu dilakukan pengujian sensor api yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan api di ruangan. Pada penelitian ini terdapat tiga buah sensor api, sensor pertama ditempatkan pada ruang mesin, sensor kedua pada ruang ABK, sensor ketiga ditempatkan pada ruang sensor api. Hasil pembacaan sensor adalah pembacaan digital yang hanya memberikan sinyal HIGH saat sensor mendeteksi api dan sinyal LOW saat sensor tidak mendeteksi api di sekitar sensor. Hasil pembacaan sensor ditampilkan pada tampilan serial Arduino. Gambar 5 memperlihatkan kabel sensor api dan Arduino Mega 2560.



Gambar 5. Wiring Sensor Api dengan Arduino Mega 2560

Pada Gambar 5, pin VCC dari sensor api dihubungkan dengan pin 5 V pada Arduino Mega 2560. Sedangkan pin GND dari sensor dihubungkan ke pin GND pada Arduino Mega 2560. Kemudian untuk output digital dari sensor dihubungkan ke pin 22 pada Arduino Mega 2560.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Api

No	Jarak	Output Sensor
1	10	High
2	10	High
3	10	High
4	10	High
5	10	High
Rata-rata		High

Data dari Tabel 4 Nilai rata-rata sensor digital pada jarak 10 cm dari nyala lilin adalah HIGH atau terdapat sumber api di sekitar sensor api. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali. Pengujian pertama menunjukkan keluaran sensor tinggi, pengujian kedua menunjukkan keluaran sensor high, pengujian ketiga menunjukkan keluaran sensor high, pengujian keempat menunjukkan keluaran sensor high, pengujian kelima menunjukkan bahwa Nilai keluaran sensor high.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor Api

No	Jarak	Output Sensor
1	20	High
2	20	High
3	20	High
4	20	High
5	20	High
Rata-rata		High

Data dari Tabel 5 Nilai rata-rata sensor digital pada jarak 20 cm dari nyala lilin adalah

HIGH atau terdapat sumber api di sekitar sensor api. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali. Pengujian pertama menunjukkan keluaran sensor high, pengujian kedua menunjukkan keluaran sensor high, pengujian ketiga menunjukkan keluaran sensor high, pengujian keempat menunjukkan keluaran sensor high, pengujian kelima menunjukkan bahwa Nilai keluaran sensor high.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor Api

No	Jarak	Output Sensor
1	30	High
2	30	High
3	30	High
4	30	High
5	30	High
	Rata-rata	High

Data dari Tabel 6. Rata-rata sensor digital jarak nyala lilin 30 cm HIGH atau ada sumber api di sekitar sensor api. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali. Pengujian pertama menunjukkan keluaran sensor high, pengujian kedua menunjukkan keluaran sensor high, pengujian ketiga menunjukkan keluaran sensor high, pengujian keempat menunjukkan keluaran sensor high, pengujian kelima menunjukkan bahwa Nilai keluaran sensor high.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sensor Api

No	Jarak	Output Sensor
1	40	High
2	40	High
3	40	High
4	40	High
5	40	High
	Rata-rata	High

Data dari Tabel 7 Nilai rata-rata sensor digital pada jarak 40 cm dari nyala lilin adalah HIGH atau terdapat sumber api di sekitar sensor api. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali. Pengujian pertama menunjukkan keluaran sensor high, pengujian kedua menunjukkan keluaran sensor high, pengujian ketiga menunjukkan keluaran sensor high, pengujian keempat menunjukkan keluaran sensor high, pengujian kelima menunjukkan bahwa Nilai keluaran sensor high.

Tabel 8. Hasil Pengujian Sensor Api

No	Jarak	Output Sensor
1	50	High
2	50	High
3	50	High
4	50	High
5	50	High
	Rata-rata	High

Data dari Tabel 8 menunjukkan rata-rata nilai digital sensor HIGH pada jarak 50 cm dari nyala lilin atau terdapat sumber api di sekitar sensor api, pengujian dilakukan sebanyak 5 kali. Pengujian pertama menunjukkan keluaran sensor high, pengujian kedua menunjukkan keluaran sensor high, pengujian ketiga menunjukkan keluaran sensor high, pengujian keempat menunjukkan keluaran sensor high, pengujian kelima menunjukkan bahwa Nilai keluaran sensor high.

### 3.4. Pengujian Lora RFM95 Shield 915MHz

Selanjutnya dilakukan pengujian komunikasi yang digunakan di kapal. Pada pengujian ini, data sensor dikirimkan dari peralatan kapal ke ground station, kemudian dicatat waktu pengiriman data dan juga jarak pengiriman yang telah selesai. Pengujian ini dilakukan sebanyak lima kali, dimana isi data membaca nilai kerapatan asap pada palka kapal, apakah terjadi kebakaran atau tidak, serta nilai lintang dan bujur.

Pengujian dilakukan di jalan desa Jl. Semolo Waru 14-5, Medokan Semampir, Kec. Juicer, Kota SBY, Jawa Timur 60119.

Tabel 9. Pengujian Pengiriman Data Sensor Kapal Menggunakan LoRa

No	Jarak (m)	Waktu Pengiriman Data (ms)	Status Pengiriman Data
1	50	420	Terkirim
2	50	430	Terkirim
3	50	530	Terkirim
4	50	630	Terkirim
5	50	620	Terkirim
Rata-rata		526	Terkirim

Dari Tabel 9. menunjukkan bahwa rata-rata waktu pengiriman data dari kapal ke ground station adalah 526 milidetik. Tes ini mengirimkan data dari jarak 50 meter dan di luar ruangan. Saat Anda menguji transmisi data dengan transmisi data LoRa, ketika jarak antara pengiriman dan penerimaan LoRa adalah 50 meter, data dapat dikirim ke LoRa penerima dengan cepat tanpa kesalahan dalam data yang dikirim. Pada pengujian selanjutnya dilakukan pengujian transmisi data pada jarak 100 meter. Pengujian ini dilakukan sebanyak lima kali, dimana isi data membaca nilai kerapatan asap pada palka kapal, apakah terjadi kebakaran atau tidak, serta nilai lintang dan bujur.

Tabel 10. Pengujian Pengiriman Data Sensor Kapal Menggunakan LoRa

No	Jarak (m)	Waktu Pengiriman Data (ms)	Status Pengiriman Data
1	100	420	Terkirim
2	100	430	Terkirim
3	100	530	Terkirim
4	100	630	Tidak Terkirim
5	100	620	Tidak Terkirim
Rata-rata		526	Terkirim

Pada Tabel 10, rata-rata waktu pengiriman data dari kapal ke ground station adalah 526 milidetik. Pengujian ini mengirimkan data dari jarak 100 meter dan dari luar ruangan. Saat Anda menguji transmisi data dengan transmisi data LoRa, jarak antara pengiriman dan penerimaan LoRa adalah 100 meter, data dapat dikirim ke LoRa penerima dengan cepat tanpa kesalahan pada data yang dikirim. Pada percobaan 1, 2, dan 3 keadaan pengiriman sudah terkirim, tetapi pada percobaan 4 dan 5 keadaan pengiriman tidak terkirim. Hal itu terjadi karena adanya orang-orang yang melewati kawasan tersebut sehingga menghambat kondisi di lokasi uji coba Lora.

Pada pengujian selanjutnya dilakukan pengujian transmisi data pada jarak 150 meter. Pengujian ini dilakukan sebanyak lima kali, dimana isi data membaca nilai kerapatan asap pada palka kapal, apakah terjadi kebakaran atau tidak, serta nilai lintang dan bujur.

Tabel 11. Pengujian Pengiriman Data Sensor Kapal Menggunakan LoRa

No	Jarak (m)	Waktu Pengiriman Data (ms)	Status Pengiriman Data
1	150	420	Terkirim
2	150	430	Terkirim
3	150	530	Terkirim
4	150	630	Terkirim
5	150	620	Terkirim
Rata-rata		526	Terkirim

Dari Tabel 11. didapatkan rata-rata waktu pengiriman data dari kapal ke geroundstation adalah 526 milidetik. Pada pengujian ini data dikirim dari jarak 150 meter dan diluar ruangan. Pada pengujian pengiriman data menggunakan komunikasi LoRa dengan jarak antara LoRa pengirim dan penerima adalah 150 meter data dapat dikirimkan dengan cepat ke lora penerima dengan baik tanpa cacat data yang dikirimkan.

Pada pengujian selanjutnya, dilakukan pengujian pengiriman data dengan jarak 200 meter. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan isi data berupa pembacaan nilai kepekatan asap di ruangan kapal, adanya api atau tidak, dan juga nilai latitude, longitude.

Tabel 12. Pengujian Pengiriman Data Sensor Kapal Menggunakan LoRa

No	Jarak (m)	Waktu Pengiriman Data (ms)	Status Pengiriman Data
1	200	420	Tidak terkirim
2	200	430	Tidak terkirim
3	200	530	Tidak terkirim
4	200	630	Tidak terkirim
5	200	620	Tidak terkirim
Rata-rata		526	Terkirim

Tabel 12 menunjukkan bahwa rata-rata waktu pengiriman data dari kapal ke ground station adalah 526 milidetik. Tes ini mengirimkan data dari jarak 100 meter dan di luar ruangan. Saat Anda menguji transmisi data dengan transmisi data LoRa, jarak antara pengiriman dan penerimaan LoRa adalah 100 meter, data dapat dikirim ke LoRa penerima dengan cepat tanpa ada kesalahan dalam data yang dikirim. Status pengiriman tidak terkirim untuk tes 1-5. Hal ini dikarenakan beberapa rumah menghalangi kondisi pengujian Lora dan juga penempatan antena Lora yang tidak cukup tinggi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada analisa dan pengujian pada sistem yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 adalah pusat pengolahan data pada sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Pada Kapal Ikan.
2. Pembacaan sensor api berjalan dengan baik sampai batas maksimal pembacaan 170cm.
3. Pembacaan sensor asap MQ-02 berjalan dengan baik dengan rata-rata nilai ADC yang terbaca dalam keadaan normal adalah 108, dan saat diberikan asap berupa asap rokok mencapai nilai ADC 215,8 dan konsentrasi asap 2046,2 ppm.
4. Pembacaan sensor GPS memerlukan waktu rata-rata 3 menit 23 detik untuk mendapatkan pembacaan latitude dan longitude. Pembacaan titik koordinat dari sensor GPS memiliki perbedaan jarak 26,12 meter.
5. Kecepatan pengiriman data menggunakan Lora RFM95 membutuhkan waktu rata-rata 526 ms dan maksimal jarak untuk pengiriman data menggunakan lora adalah 1.41 KM.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afpianto Devi, dkk. "Prototipe Perancangan Sistem Kontrol Kebakaran Menggunakan Arduino Uno Pada Kapal." Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Nugraha, Anggara Trisna, and Rachma Prilian Eviningsih. Penerapan Sistem Elektronika Daya: AC Regulator, DC Chopper, dan Inverter. Deepublish, 2022.
- Pradana, Rakha Bagus Putra, Yuning Widiarti, and Anggara Trisna Nugraha. "Implementasi Komunikasi LoRa RFM95 untuk Pengiriman Data Tegangan dan Arus pada Panel Shore Connection."
- Nugraha, Anggara Trisna, et al. Rancang Bangun Ship Alarm Monitoring (SAM) Sebagai Solusi Keamanan Pengoperasian Auxiliary Engine. Deepublish, 2021.
- Budi, Perdinan Setia, et al. "Penyearah Tak Terkontrol Satu Fasa Setengah Gelombang Terhadap Generator AC Tiga Fasa."
- Nugraha, Anggara Trisna, and Rahman Arifuddin. "Gas Pressure Measurement On Rocket Chamber Based On Strain Gauge Sensor." JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science) 3.2 (2020): 165-170.
- Khabibi, Sholahudin Rama, Joessianto Eko Poetro, and Anggara Trisna Nugraha. "Rancang Bangun Panel Sistem Kontrol dan Monitoring Motor 3 Fasa Dual Speed Berbasis Mikrokontroler."
- Nugraha, Anggara Trisna, and Rahman Arifuddin. "Water Purification Technology Implementation Design." JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science) 3.2 (2020): 143-148.
- Widodo, Hendro Agus, Septya Rizki Amelia, and Anggara Trisna Nugraha. "Prototipe Sistem Automatic Switch pada Sistem Redundant Pump Cooling Tower Berbasis Mikrokontroler."

Nugraha, Anggara Trisna, and Rahman Arifuddin. "Water Purification Technology Implementation Design." *JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)* 3.2 (2020): 143-148.

Nugraha, A. T., I. Anshory, and R. Rahim. "Effect of alpha value change on thrust quadcopter Qball-X4 stability testing using backstepping control." *Materials Science and Engineering Conference Series*. Vol. 434. No. 1. 2018.

Nugraha, Anggara Trisna, and Dadang Priyambodo. "Design of pond water turbidity monitoring system in arduino-based catfish cultivation to support sustainable development goals 2030 no. 9 industry, innovation, and infrastructure." *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 2.3 (2020): 119-124.

Nugraha, Anggara Trisna, and Rahman Arifuddin. "O<sub>2</sub> Gas Generating Prototype In Public Transportation." *JEEMECs (Journal of Electrical Engineering, Mechatronic and Computer Science)* 3.2 (2020): 187-192.

Nugraha, Anggara Trisna, and Dadang Priyambodo. "Analysis of Determining Target Accuracy of Rocket Launchers on Xbee-Pro based Wheeled Robots to Realize the Development of Technology on the Military Field." *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 2.3 (2020): 114-118.

PERATURAN MENTERI KESEHATAN  
REPUBLIK INDONESIA NOMOR  
1077/MENKES/PER/V/2011