

KARYA ILMIAH TERAPAN
MONITORING SUHU GAS BUANG MAIN ENGINE
SECARA WIRELESS UNTUK MENDETEKSI
KERUSAKAN MAIN ENGINE MENGGUNAKAN
SENSOR TERMOKOPEL TIPE K



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut Diploma III Elektro Pelayaran

YUNITA RACHMAWATI NUR PRATIWI

NIT: 07.19.024.2.24

ELECTRO TECHNICAL OFFICER

PROGRAM DIPLOMA III PELAYARAN

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA

TAHUN 2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yunita Rachmawati Nur Pratiwi

Nomor Induk Taruna : 07 19 024 2 24

Program Studi : Diploma III Elektro Pelayaran

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

MONITORING GAS BUANG MAIN ENGINE SECARA WIRELESS UNTUK MENDETEKSI KERUSAKAN MAIN ENGINE MENGGUNAKAN SENSOR TERMOKOPEL TIPE K

Menurutku karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide karya saya sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya,.....2023

Yunita Rachmawati Nur Pratiwi

NIT 07.19.024.2.24

**PERSETUJUAN SEMINAR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : MONITORING SUHU GAS BUANG MAIN ENGINE
SECARA WIRELESS UNTUK MENDETEKSI
KERUSAKAN MAIN ENGINE MENGGUNAKAN
TERMOKOPEL TIPE K

Nama Taruna : Yunita Rachmawati Nur Pratiwi
NIT : 07 19 024 2 24
Program Diklat : *Electro Technical Officer*

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

Surabaya, 2023

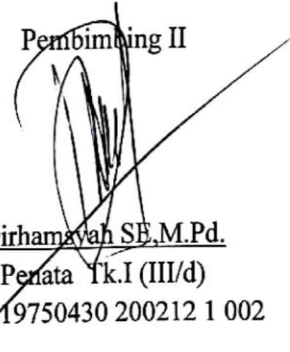
Menyetujui :

Pembimbing I



Edi Kurniawan .SST.,MT.
Penata Muda Tk. I (III/b)
NIP. 19831202 201902 1 001

Pembimbing II



Dirhamayah SE, M.Pd.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19750430 200212 1 002

Mengetahui:

Ketua Jurusan Elektro Pelayaran



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19800517 200502 1 003

**PENGESAHAN
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**MONITORING SUHU GAS BUANG MAIN ENGINE SECARA WIRELESS
UNTUK MENDETEKSI KERUSAKAN MAIN ENGINE MENGGUNAKAN
TERMOKOPEL TIPE K**

Disusun dan Diajukan oleh:

YUNITA RACHAMAWATI NUR PRATIWI

07.19.024.2.24

Electro Technical Officer

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Politeknik Pelayaran Surabaya

Pada tanggal Mei 2023

Menyetujui:

Penguji I

Monika R.G.M.Pd.,M.Mar.E.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19760528 200912 2 002

Penguji II

Akhmad Kasan Gupron, M.Pd

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19800517 200502 1 003

Penguji III

Edi Kurniawan, SST.,MT.

Penata Muda Tk. I (III/b)

NIP. 19831202 201902 1 00

Mengetahui :

Ketua Jurusan Elektro Pelayaran

Akhmad Kasan Gupron, M.Pd

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19800517 200502 1 003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal ini dengan judul Monitoring Suhu Gas Buang Main Engine Secara *Wireless* Untuk Mendeteksi Kerusakan Main Engine Menggunakan Sensor Termokopel Tipe K. Proposal ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat melaksanakan proyek laut Program Diploma III Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penelitian ini dilaksanakan karena ketertarikan peneliti pada masalah gas buang main engine sebagai indikasi kerusakan *main engine* untuk aktivitas kerja mesin kapal agar dapat berjalan maksimal. Penelitian ini menggunakan metode penelitian *eksperimen* yang ditekankan pada proses atau tahapan untuk mengembangkan suatu produk yang baru atau mengembangkan produk yang telah ada sebelumnya. Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada:

1. Bapak Heru Widada, M.M. Selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd. Selaku ketua jurusan elektro pelayaran.
3. Bapak Edi Kurniawan, SST,MT. dan Bapak Dirhamsyah, SE,M.Pd. Selaku dosen pembimbing.
4. Kedua orang tua saya yang selalu memberi dukungan berupa doa, moral dan material.
5. Teman-teman saya yang selalu mendukung dan membantu saya.
6. Dan semua pihak yang ikut membantu penyelesaian proposal KIT ini.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan proposal ini. Kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan dan semoga penelitian ini akan bermanfaat bagi semua pihak.

Penulis

YUNITA RACHMAWATI NUR PRATIWI
NIT 07.19.024.2.24

ABSTRAK

YUNITA RACHMAWATI NUR PRATIWI, Monitoring Suhu Gas Buang Main Engine Sebagai Indikasi Kerusakan Injector Menggunakan Sensor Termokopel Tipe K. Dibimbing oleh : Pembimbing I : Edi Kurniawan SST.MT., Pembimbing II : Dirhamsyah SE.M.Pd.

Katup buang adalah salah satu jenis katup yang merupakan komponen utama pada mesin induk baik itu empat-tak maupun dua-tak yang berfungsi sebagai katup untuk membuka dan menutup aliran dari gas sisa pembakaran yang keluar dari dalam silinder atau ruang pembakaran menuju ke exhaust valve manifold yang terdapat gas didalamnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kerusakan *main engine* dengan cara melihat tinggi rendahnya temperatur pada gas buang mesin induk. Temperatur gas buang dari mesin induk kapal sangatlah tinggi. Pada keadaan suhu tinggi asap gas buang akan berwarna hitam pekat dan dapat menyebabkan polusi. Selain itu, tinggi dan rendah temperature pada gas buang tersebut dapat dimanfaatkan menjadi indikasi kerusakan mesin induk dan mengetahui cara mencegah kerusakan mesin induk dan memudahkan mencari letak kerusakan pada mesin induk. Alat yang akan penulis buat menggunakan sensor termokopel tipe K yang akan mulai bekerja mendeteksi suhu gas buang pada saat mesin sedang beroperasi secara *wireless* dan jika suhu sudah melewati batas maksimal maka buzzer akan berbunyi hasilnya terlihat pada layar lcd. Pada hasil pengujian alat dapat membaca data dengan baik pada jarak 1m-650m dan tidak dapat membaca pada jarak 800m, dan untuk ketepatan suhu memiliki *error* yang kecil $< 10\%$.

Kata kunci : Suhu gas buang, Termokopel tipe K, LCD.

ABSTRACT

YUNITA RACHMAWATI NUR PRATIWI, Monitoring Main Engine Exhaust Gas Temperature As Indication of Injector Damage Using Type K Thermocouple Sensor. Supervised by : Supervisor I : Edi Kurniwan ST.MT., Supervisor II : Dirhamsyah SE.M.Pd.

Exhaust valve is one type of valve which is the main component of the main engine, both four-stroke and two-stroke, which functions as a valve to open and close the flow of residual combustion gases that come out of the cylinder or combustion chamber to the exhaust valve manifold. which has gas in it. The purpose of this study was to determine the damage to the main engine by looking at the high and low temperatures of the main engine exhaust gas. The exhaust gas temperature from the ship's main engine is very high. At high temperatures, exhaust fumes will be dark black in color and can cause pollution. In addition, high and low temperatures in the exhaust gas can be used as an indication of main engine damage and knowing how to prevent main engine damage and make it easier to find the location of damage to the main engine. The tool that the author will make uses a type K thermocouple sensor which will start working to detect the exhaust gas temperature when the engine is operating by wireless and if the temperature has passed the maximum limit the buzzer are sounds the results are visible on the LCD layer. On the test results the tool can read data well at a distance of 1m-650m and can't read the data at a distance of 800m and for temperature accury it has a small error <10%.

Keywords: exhaust gas temperature, type K thermocouple, LCD.

DAFTAR ISI

KARYA ILMIAH TERAPAN	1
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	4
B. Landasan Teori.....	6
C. Kerangka Penelitian	13
BAB III.....	14
METODE PENELITIAN	14
A. Perancangan Sistem.....	14
B. Perancangan Alat.....	15
C. Rencana Pengujian	18
BAB IV	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Pengujian Komponen	19
B. Pengujian Alat Keseluruhan	22
C. Hasil dan Analisa Pengujian	27
BAB V.....	28

PENUTUP	28
A. Kesimpulan	28
B. Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1 Board Arduino UNO	7
2 Termokopel tipe-K	9
3 Modul NRF24L01	10
4 LCD Display 2x16	11
5 Buzzer	12
6 Kerangka pikiran	13
7 Perancangan <i>hardware</i>	14
8 Rangkaian <i>Tranceiver</i>	15
9 Rangkaian <i>Receiver</i>	17
10 Pengujian termokopel tipe-K dengan korek	19
11 Serial monitor pengujian sensor	20
12 Pengujian NRF24L01	20
13 Serial monitor pengujian modul NRF24L01	21
14 Pengujian lcd	22
15 Pengujian jarak tanpa penghalang	23
16 Pengujian ketepatan suhu	25

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1 Penelitian sebelumnya	4
2 Spesifikasi Arduino UNO	8
3 Pin sensor termokopel tipe-K max6675 ke Arduino UNO	16
4 Pin modul NRF24I01 ke Arduino UNO	16
5 Pin modul NRF24I01 ke Arduino UNO	17
6 Pin LCD I2C 16X2 ke Arduino UNO	17
7 Pin buzzer ke Arduino UNO	18
8 Pengujian jarak tanpa penghalang	23
9 Pengujian jarak dengan penghalang	24
10 Hasil pengujian ketepatan suhu	25

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Katup buang ialah jenis katup yang merupakan komponen utama pada mesin induk baik itu empat-tak maupun dua-tak yang fungsinya sebagai katup untuk membuka dan menutup aliran dari gas hasil sisa pembakaran yang keluar dari ruang pembakaran menuju ke *exhaust valve manifold*. Mesin Induk merupakan sebagai tenaga penggerak utama untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal agar kapal dapat bergerak, dimana pengoperasional mesin induk selalu dalam kondisi *running* secara terus menerus. Hal ini akan mempengaruhi kondisi mesin. Dalam kondisi aktualnya, kerusakan yang terjadi pada sebuah mesin sangatlah kompleks, sehingga sangat sulit untuk mencari model matematik dari sebuah mesin yang dapat digunakan sebagai parameter dalam mendiagnosis kerusakan.

Menurut P.Vaan Maeen (Motor Diesel Kapal jilid 1;3.18) gas buang merupakan hasil sisa pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran. Pada konsep pembakaran mesin induk ialah melalui proses penyalaan kompresi udara pada tekanan tinggi. Akibatnya udara akan memiliki tekanan dan temperatur melebihi suhu dan tekanan penyalaan bahan bakar. Temperatur gas buang dari mesin induk kapal sangatlah tinggi. Pada keadaan suhu tinggi asap gas buang akan berwarna hitam pekat dan dapat menyebabkan polusi. Selain itu, tinggi dan rendah temperature pada gas buang tersebut dapat dimanfaatkan menjadi indikasi kerusakan mesin induk.

Banyaknya manfaat dari gas buang mesin induk yang dapat membantu menemukan indikasi masalah pada mesin induk dan memudahkan teknisi untuk

memperbaiki kerusakan mesin. Pada praktiknya selama ini tinggi rendahnya suhu gas buang hanya dapat dilihat pada temperature pada mesin induk. Sehingga membutuhkan alat sebagai alarm untuk memberi peringatan jika ada indikasi kerusakan melalui suhu gas buang pada mesin induk tersebut agar lebih efektif dan efisien dalam penganan keusakan injector. Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, penulis ingin membuat penelitian dengan judul **“Monitoring Gas Buang Main Engine Secara Wireless Untuk Mendeteksi Kerusakan Main Engine Menggunakan Sensor Thermocouple Tipe K”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis dapat mengambil beberapa pokok masalah agar dalam penulisan karya ilmiah terapan ini tidak menyimpang serta untuk memudahkan dalam mencari solusi permasalahan pada penelitian ini. Adapun rumusan masalah yang diangkat ialah Bagaimana merancang alat monitoring suhu pada gas buang mesin induk yang dapat bekerja dengan baik?

C. Batasan Masalah

Dalam perancangan system monitoring ini penulis memberikan pembatasan masalah pada penelitian ;

1. Pengolahan data input perangkat lunak hanya menggunakan mikrokontroler Arduino UNO.
2. Tidak membahas kebocoran gas buang.
3. Hanya menggunakan sensor *thermocouple type-k max6675*
4. Hanya menampilkan hasil monitoring pada LCD 16X2

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem monitoring yang dapat beroperasi dengan baik.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah :

1. Memberikan pengetahuan kepada pembaca agar bisa lebih mengerti tentang suhu gas buang mesin induk.
2. Mampu meningkatkan kesadaran *crew* agar kerusakan mesin bisa teratasi.
3. Memudahkan untuk memonitoring suhu gas buang pada saat mesin induk beroperasi.
4. Untuk mengetahui tinggi rendahnya suhu pada gas buang.
5. Memudahkan *crew* kapal dalam mencari kerusakan komponen mesin.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 1 Penelitian sebelumnya

No	Judul	Hasil	Perbedaan Penelitian
1.	(TANTOWI JAUHARI,2017) RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN TEMPERATUR PADA RUANG BAKAR BOILER BERBAHAN BAKAR GAS LPG DI WORKSHOP INSTRUMENTASI	Uji sensor termokopel dilakukan dengan membandingkan nilai hasil pengukuran alat standart TP22 ThermoPalm dengan nilai pembacaan dari sensor termokopel yang hasil pengukurannya dalam bentuk bilangan digital yang ditampilkan pada display (LCD), data yang didapatkan actuator akan membuka penuh/ 100% pada saat suhu normal sampai 70 °C, dan akan membuka sebagian apabila diantara 70 °C-150 °C dan akan menutup apabila suhu telah mencapai set point , actuator ini bekerja untuk mengtur suplai bahan bakar Gas LPG agar Temperatur pada ruang bakar boiler bisa dikontrol dengan nilai temperatur 150 °C	Pada penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, jika penelitian sebelumnya hanya menggunakan sensor termokopel, sedangkan penelitian ini membuat monitoring suhu gas buang mesin induk sebagai indikasi kerusakan mesin induk menggunakan sensor <i>thermocouple type-K</i> dan mikrokontroler Arduino Uno dan secara <i>wireless</i> dengan modul nrf24101 yang datanya akan ditampilkan pada lcd 16X2 dan apabila melebihi suhu normal buzzer akan berbunyi.

No	Judul	Hasil	Perbedaan Penelitian
2	(FIRMAN YULIAN ARNANDA, 2020) ANALISIS KERUSAKAN EXHAUST VALVE YANG BERPENGARUH TERHADAP TEMPERATUR GAS BUANG MESIN INDUK DI MT. KAKAP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Faktor penyebabterjadinya kerusakanexhaust valve pada mesin induk adalah perawatantidak terlaksana sesuai PMS (PlannedMaintenance System),Jam kerja katup gas buang yang melebihi batas dan kurangnya pengetahuan dari crew mesin. 2. Dampak yangditimbulkan dari faktor penyebab kerusakanexhaust valve pada mesin induk adalah naiknya temperatur gas buang akibat adanya pengendapan kerak pada pinggir katup dan kedudukan katup, keausan dan kelelahan logam pada exhaust valve, kurangnya ketahanan katup gas buang dan penyetelan celah katup 	<p>Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, jika sebelumnya hanya analisis pada penelitian ini penulis membuat sebuah alat. Pada penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini membuat monitoring suhu gas buang mesin induk sebagai indikasi kerusakan mesin induk menggunakan sensor <i>thermocouple type-K</i> dan mikrokontroler Arduino UNO dan secara wireless dengan modul nrf24l01 yang datanya akan ditampilkan pada lcd 16X2 dan apabila melebihi suhu normal buzzer akan berbunyi.</p>

B. Landasan Teori

Landasan teori ini digunakan sebagai sumber ilmu atau teori yang menjadi dasar dari penelitian. Disamping itu, landasan teori juga digunakan sebagai landasan untuk menunjukkan bagaimana masalah itu diangkat dan dapat dihubungkan dengan pengetahuan yang luas.

Hal ini bertujuan supaya pembaca akan dapat memahami bagaimana masalah itu diangkat. Pada landasan teori ini penulis memaparkan tentang sistem yang akan digunakan pada monitoring suhu gas buang main engine secara wireless sebagai indikasi kerusakan pada mesin induk berbasis mikrokontroler.

B.1 Katup Gas Buang

Firmarest (Pongkessu, Paulus et al. 2019:50) katup gas buang adalah katup yang berfungsi untuk pintu pembukaan sisa gas pembakaran sebagai suatu saluran buang. Katup ini sebagai pembuangan gas dari sisa pembakaran, yang mana waktu pembukaan dan penutupan katup diatur sesuai mekanisme katup. Ketika mesin bekerja, temperature katup gas buang mencapai 450°C, sedangkan temperature katup masuk 45°C.

B.2 *Wireless*

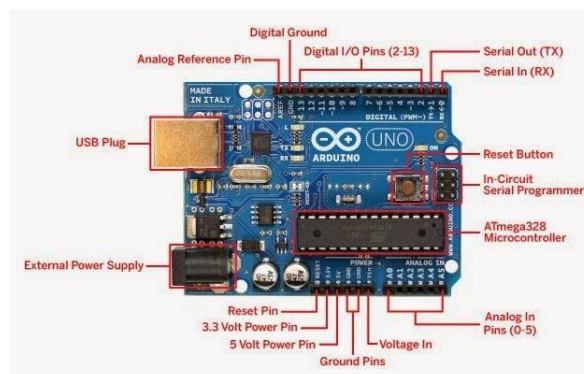
Priyambodo (2007) menurutnya *wireless* adalah standar dari sebuah jaringan tanpa kabel, alat ini berfungsi sebagai penyempurnaan komponen yang terdapat di jaringan, agar bisa digunakan dengan mudah tanpa terhalang oleh batas apapun. *Wireless* jika diartikan adalah tanpa kabel, yang dimaksud dalam tanpa kabel disini yaitu melakukan suatu hubungan telekomunikasi menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai pengganti media kabel. Saat ini teknologi *wireless* sudah berkembang pesat. Keuntungan menggunakan *wireless* dapat membangun jaringan yang cepat, mudah dan murah untuk relokasi, dan mudah dikembangkan. Sementara itu, *wireless* juga memiliki kekurangan yaitu keamanan data-data rentan, *interferensi* gelombang radio, *delay* yang besar.

B.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah *chip* yang berguna sebagai pengendali rangkaian elektronik dan dapat menyimpan program didalamnya (Widodo,2000). Penggunaan mikrokontroler lebih menguntungkan dibandingkan menggunakan mikroprosesor. Karena ini dengan menggunakan mikrokontroler tidak perlu lagi penambahan memori dan I/O eksternal selama memori dan I/O internal masih bisa mencukupi. Selain itu waktu produksinya secara masal, sehingga harganya menjadi lebih murah dibandingkan mikroprosesor.

B.4 Arduino UNO

Arduino adalah rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat beberapa komponen utama, yaitu chip mikrokontroler dengan jenis AVR (Arif,2014). Mikrokontroler merupakan chip atau IC (*integrated circuit*) yang dapat diprogram menggunakan komputer. Tujuan program pada mikrokontroler ini ialah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input*, lalu menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Mikrokontroler berfungsi sebagai 'otak' yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik. Bahasa yang dipakai pada arduino bukan Bahasa *assembler* yang relatif sulit, tetapi Bahasa C yang cenderung lebih mudah dipahami.



Gambar 2. 1 Board Arduino UNO

Sumber : <https://images.app.goo.gl/DgxHXfhBPsKEZF298>

Arduino UNO adalah rangkaian mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital *input/output* (pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, *clock speed* 16MHz, koneksi USB, *power supply*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. *Board* mikrokontroler ini menggunakan sumber daya yang terhubung ke komputer dengan kabel USB atau daya eksternal dengan adaptor AC-DC atau baterai. Berikut spesifikasi *board* Arduino UNO yang terlihat ditabel 2.2 :

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino UNO

Mikrokontroler	Arduino UNO
Tegangan Kerja	5 V
Tegangan Input	7-12 V
Batas Tegangan Input	6-20 V
Pin Digital I/O	14 (6 pin output PWM)
Pin Analog Input	6
Arus DC per I/O Pin	40 mA
Arus DC Untuk Pin	3.3 V, 50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock	16 MHz

B.5 MAX6675 Thermocouple Type-K

MAX6675 dibentuk dari kompensasi *cold-junction* yang *output*-nya didigitalisasi dari sinyal *thermocouple type-K*. Data *output* memiliki resolusi 12-bit dan mendukung komunikasi SPI mikrokontroler secara umum. Berikut adalah fitur yang terdapat pada *MAX6675 thermocouple type-K* ;



Gambar 2. 2 Termokopel tipe-K

Sumber: <http://kursuselektronikaku.blogspot.com/2015/12/mengakses-thermocouple-tipe-k.html?m=1>

1. Fitur

Berikut adalah beberapa fitur yang dimiliki oleh *MAX6675 thermocouple type-K* :

- a. Konversi digital langsung dari *output thermocouple type-K*.
- b. Kompensasi *cold-junction* – Komunikasi kompatibel dengan *protocol SPI – Open thermocouple detection*.

2. *Cold-Junction Compensation*

Fungsi dari *thermocouple* adalah untuk mengetahui perbedaan temperatur di bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan disatukan. *Thermocouple type hot junction* dapat mengukur dari 0°C sampai +1023,75°C. *MAX6675* memiliki bagian ujung *cold end* yang hanya dapat mengukur -20°C sampai +85°C (Maxim,19;2235). Pada saat bagian *cold end* *MAX6675* mengalami *fluktuasi* suhu maka *MAX6675* akan tetap dapat mengukur secara akurat perbedaan temperatur pada bagian yang lain. *MAX6675* dapat melakukan koreksi atas perubahan pada *temperature ambient* dengan kompensasi *cold-junction*. *Device* mengkonversi *temperature ambient* yang terjadi ke bentuk tegangan menggunakan sensor temperatur diode. Performance optimal *MAX6675* dapat tercapai pada waktu *thermocouple* bagian *cold-junction* dan *MAX6675* memiliki

temperatur yang sama. Hal ini menghindari penempatan komponen lain yang menghasilkan panas didekat MAX6675.

B.6 Modul NRF24I01

NRF24I01 adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh yang bekerja pada gelombang RF 2,4-2,5 GHz. Modul NRF24I01 menggunakan *Serial Peripheral Interface (SPI)* untuk berkomunikasi. Tegangan kerja dari modul ini adalah 5VDC. Konsumsi arus pada modul ini sangat rendah, yaitu 9 mA pada power output -6dBm dan 12,3 mA pada RX mode Septiano,A & Ghozali,T (2020). NRF memiliki Ultra Low Power (ULP) solution, yang memungkinkan bisa bertahan berbulan bulan bahkan bertahun-tahun. Modul ini dapat menggunakan 125 saluran yang berbeda dan bisa menciptakan 125 *network* pada satu area. Setiap saluran bisa sampai 6 alamat atau dengan kata lain, satu modul bisa melakukan komunikasi dengan 6 modul lain dalam waktu bersamaan. Pin yang terdapat pada modul NRF24I01 adalah VCC,GND,CSN,CE,MOSI,MISO,IRQ.



Gambar 2. 3 Modul NRF24L01
Sumber : [nrf24l01 - Bing images](#)

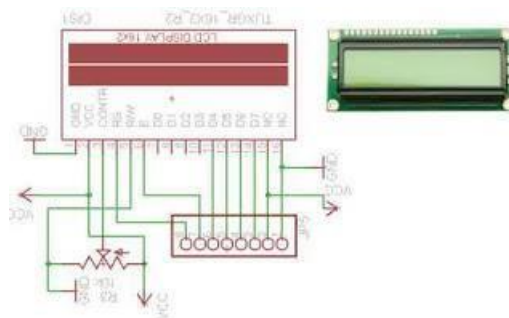
Pin VCC atau pin power pada modul NRF24I01 berfungsi untuk input tegangan sebesar 3.3 V. pin GND atau disebut pin *ground* berfungsi untuk menghubungkan modul ke *ground* pada sistem ini. Pin CE atau disebut pin *Chip Enable* pada modul berfungsi untuk mengaktifkan komunikasi SPI. Pin CSN atau disebut *Chip Select Not* pada modul berfungsi untuk mengaktifkan input high atau mematikan SPI pada keadaan selain high. Pin SCK atau disebut

Serial Clock pada modul berfungsi untuk memasukkan input clock pada komunikasi SPI.

B.7 LCD 16x2

LCD adalah sebuah *display dot matrix* yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka, huruf, dan grafik sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya) (administrator,2022). Pada LCD ini menggunakan *dot matrix* dengan karakter 16x2 yang kaki-kakinya berjumlah 16 pin. Berikut adalah spesifikasi LCD 16x2 ;

- a. Tegangan operasi display ini berkisar dari 4.7V hingga 5.3V
- b. Bezel display adalah 72x25mm
- c. Arus operasi adalah 1mA tanpa lampu latar
- d. Ukuran PCB modul adalah 80L x 36W x 10H mm
- e. Pengontrol HD47780
- f. Warna LED untuk lampu latar adalah hijau atau biru
- g. Jumlah kolom 16
- h. Jumlah baris 2
- i. Jumlah pin LCD 16
- j. Jumlah karakter 32
- k. Bekerja dalam mode 4-bit dan 8-bit
- l. Kotak piksel setiap karakter adalah 5x8 piksel
- m. Ukuran font karakter adalah lebar 0,125 x tinggi 0,200



Gambar 2. 4 LCD Display 2x16

Sumber: <http://kursuselektronikaku.blogspot.com/2015/12/>

[mengakses-thermocouple-tipe-k.html?m=1](http://kursuselektronikaku.blogspot.com/2015/12/mengakses-thermocouple-tipe-k.html?m=1)

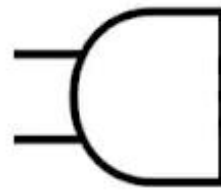
B.8 Buzzer

Buzzer merupakan sebuah komponen elektronika yang menghasilkan getaran suara seperti gelombang bunyi. *Buzzer* akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer* (Irwan,2020). Pada dasarnya, *buzzer* memerlukan *input* berupa tegangan listrik yang dapat diubah menjadi getaran suara atau gelombang bunyi. *Buzzer* memiliki *frekuensi* berkisar antara 1-5 KHz. *Buzzer* yang sering digunakan dalam rangkaian adalah *buzzer* yang jenis *Piezoelectric*. Hal ini karena *piezoelectric buzzer* memiliki berbagai kelebihan diantaranya yaitu lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah penggunaannya ketika diaplikasikan dalam rangkaian elektronika.

Bentuk Buzzer



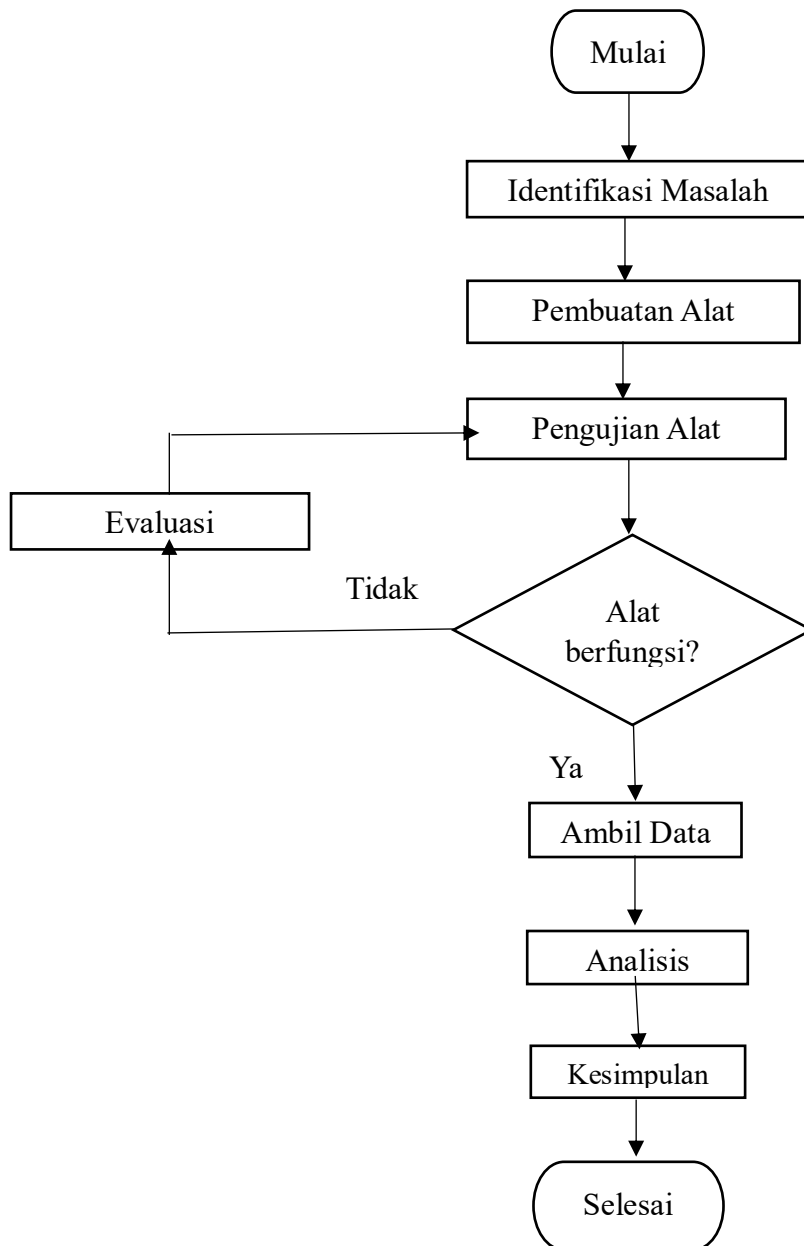
Simbol Buzzer



Gambar 2. 5 Buzzer

Sumber : [https://Pengertian Buzzer Elektronika Beserta Fungsi dan Cara Kerjanya - ruanglab.id](https://PengertianBuzzerElektronikaBesertaFungsiDanCaraKerjanya-ruanglab.id)

C. Kerangka Penelitian



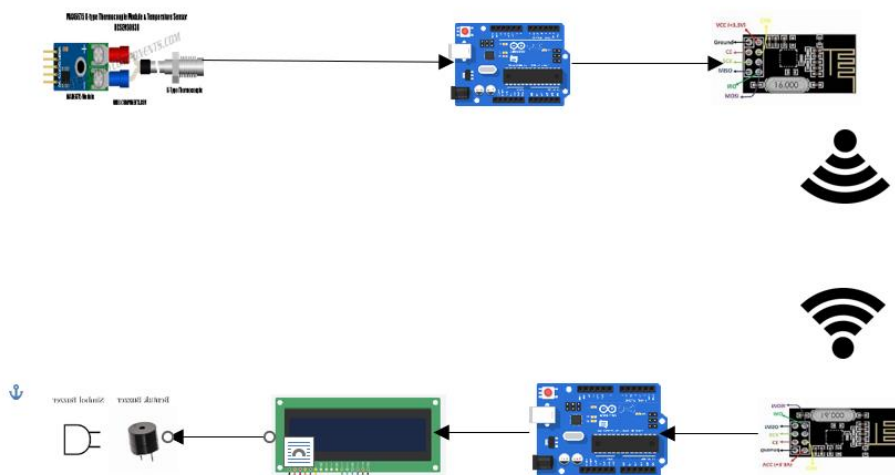
Gambar 2. 6 Kerangka pikiran

BAB III METODE PENELITIAN

Pendekatan pada penelitian yang akan digunakan pada penelitian yang akan dikerjakan adalah salah satu metode yang didasarkan pada konsep model bekerja (*working model*). Tujuannya adalah mengembangkan model menjadi sebuah sistem final dengan cepat dan biaya rendah. Secara sederhana metode *prototype* dapat diartikan sebagai pengembangan pada perangkat lunak (*software*) dengan pengujiannya melalui proses interaksi berulang-ulang. Sehingga dengan penggunaan metode ini diharapkan dapat mengatasi segala permasalahan dalam penelitian “*Monitoring Suhu Gas Buang Main Engine Secara Wireless Sebagai Indikasi Kerusakan Mesin Induk Menggunakan Sensor Termokopel Tipe K*”.

A. Perancangan Sistem

Proses perancangan elektronik ini merupakan sebuah proses merancang rangkaian perangkat keras. Pada perancangan rangkaian elektronik ini disesuaikan dengan kebutuhan dan pemakaian pin *input* dan *output* yang sesuai dengan program yang telah dibuat pada *software* Arduino. Perancangan system memiliki 3 bagian yakni *input*, *process* dan *output* seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. 1. Perancangan *hardware*
Sumber : Dokumen pribadi

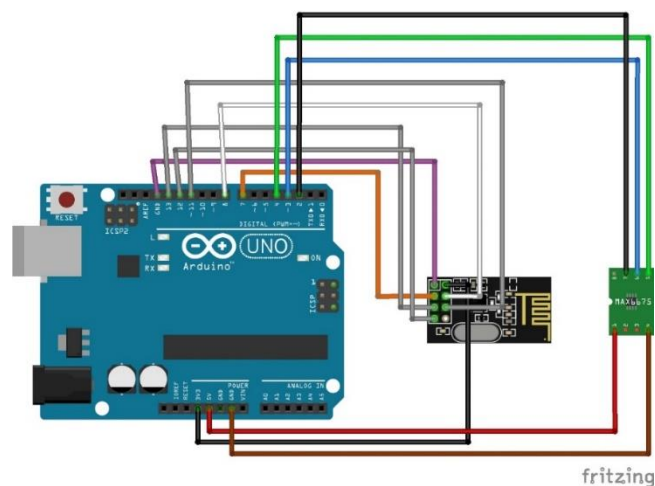
Pada Gambar 3.1 terdapat dua rangkaian yaitu rangkaian *transceiver* dan *receiver*.

Rangkaian *transceiver* sebagai pengirim data dimana *termocuple type-K* mendeteksi suhu yang data nya dikirimkan ke mikrokontroler Arduino UNO lalu masuk ke modul nrf24101 dan nrf24101 mengirimkan data ke rangkaian *receiver*. Rangkaian *receiver* adalah rangkaian penerima data dimana sinyal nrf24101 menerima data dari rangkaian *transceiver* lalu mengirimkan data ke Arduino UNO kemudian Arduino UNO mengirimkan data yang akan ditampilkan pada LCD 16X2. Jika suhu melebihi batas diatas 400C maka *buzzer* akan berbunyi sebagai tanda suhu tidak normal agar segera dicek apakah mesin induk mengalami kerusakan atau tidak.

B. Perancangan Alat

B.1 Rangkaian *Transceiver*

Rangkaian dibawah ini adalah rangkaian *transceiver* atau rangkaian yang berkerja sebagai pengirim data suhu yang dideteksi oleh sensor ke rangkaian receiver. Rangkaian *transceiver* terdiri dari Arduino UNO, Modul NRF24101, dan sensor termokopel tipe-K MAX6675. Rangkaian wiring *transceiver* dapat dilihat pada gambar 3.2 :



Gambar 3. 2. Rangkaian *Tranceiver*

Sumber : Dokumen pribadi

Berdasarkan Gambar 3.3 rangkaian *transceiver*, untuk pin pada Arduino dan komponen lainnya dapat dilihat pada tabel 3.1 dan 3.2

Tabel 3. 1 Pin sensor termokopel tipe-K max6675 ke Arduino UNO

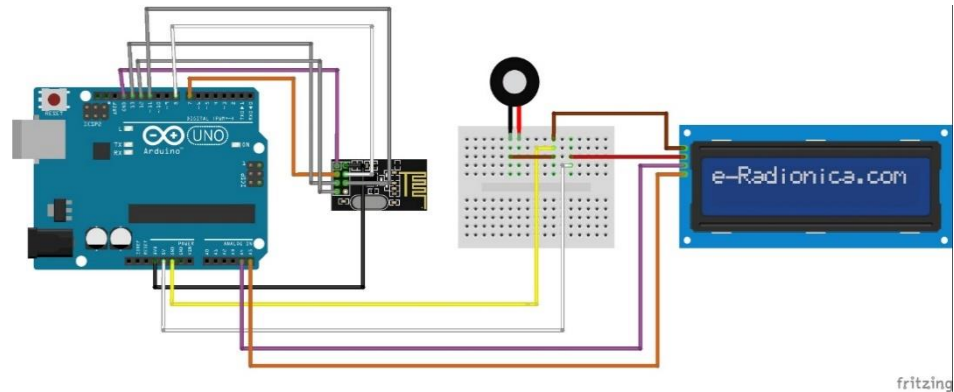
Arduino UNO	Termokopel tipe k max6675
Pin D2	SO
Pin D3	CS
Pin D4	SCK
Pin 5V	VCC
GND	GND

Tabel 3. 2 Pin modul NRF24101 ke Arduino UNO

Modul	Pin Arduino UNO
CE	Pin D7
SCK	Pin D13
MISO	Pin D12
CSK/CSN	Pin D8
MOSI	Pin D11
VCC	Pin 3.3V
GND	GND

B.2 Rangkaian *Receiver*

Rangkaian *receiver* ini bekerja menerima data dari rangkaian *transceiver* yang diterima oleh sinyal nrf24101 lalu masuk ke Arduino kemudian Arduino UNO mengirim data yang ditampilkan pada LCD 16X2. Pada rangkaian *receiver* ini juga terdapat *buzzer* yang berfungsi sebagai alarm jika suhu melebihi batas normal. Rangkaian receiver terdiri dari Arduino UNO, modul NRF24101, LCD 16X2, dan *buzzer*. Rangkaian wiring *receiver* dapat dilihat pada gambar 3.4 :



Gambar 3. 3 Rangkaian *Receiver*
Sumber : Dokumen pribadi

Berdasarkan Gambar 3.4 ,untuk pin pada Arduino ke modul, lcd, dan buzzer dapat dilihat pada tabel 3.3 sampai 3.5

Tabel 3. 3 Pin modul NRF24I01 ke Arduino UNO

Modul	Pin Arduino UNO
CE	Pin D7
SCK	Pin D13
MISO	Pin D12
CSK/CSN	Pin D8
MOSI	Pin D11
VCC	Pin 3.3V
GND	GND

Tabel 3. 4 Pin LCD I2C 16X2 ke Arduino UNO

LCD	Pin Arduino UNO
SDA	Pin A4
SCL	Pin A5
VCC	5V
GND	GND

Tabel 3. 5 Pin buzzer ke Arduino UNO

Buzzer	Pin Arduino UNO
-	GND
+	D6

C. Rencana Pengujian

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui sistem kerja dan data yang dihasilkan. Pengujian alat dilakukan pada setiap komponen atau rangkaian antar muka komponen dan pengujian secara keseluruhan agar dapat diketahui setiap komponen bisa bekerja sesuai dengan sistem perancangan yang sudah dibuat. Pengujian meliputi kinerja sensor *thermocouple type-K* sebagai pengukur suhu dan sinyal nrf24l01 sebagai pengirim sinyal hasil dari pengukuran suhu yang akan ditampilkan pada lcd untuk mengukur tinggi rendahnya suhu gas buang sebagai indikasi kerusakan pada *main engine*. Pengujian buzzer disaat suhu tinggi melampaui batas normal yang sudah ditentukan pada perancangan. Pengujian hasil data dan perubahan data yang ditampilkan pada LCD yang dirancang *wireless* mempermudah pemantauan tinggi rendahnya suhu gas buang dimanapun.