



**RANCANG BANGUN *OIL MIST DETECTOR* SEBAGAI SALAH  
SATU *SAFETY DEVICES SYSTEM* PADA MESIN INDUK**



**SKRIPSI**

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

**Oleh:**

**MUHAMMAD MUBAROK  
NIT. 551811216650 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
SEMARANG  
2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**RANCANG BANGUN *OIL MIST DETECTOR* SEBAGAI  
SALAH SATU *SAFETY DEVICES SYSTEM* PADA MESIN  
INDUK**

Disusun Oleh:

**MUHAMMAD MUBAROK**  
**NIT. 551811216650 T**

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

Dosen Pembimbing I  
Materi



**H. AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E.**

**Pembina (IV/a)**

**NIP. 19641212 199808 1 001**

Dosen Pembimbing II  
Metodologi dan Penulisan

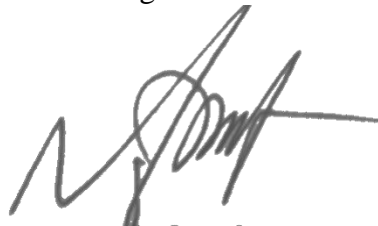


**Drs. SUHARTO, M.T.**

**Pembina Tk. I, (IV/b)**

**NIP. 19661219 199403 1 001**

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknika



**H. AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E.**

**Pembina (IV/a)**

**NIP. 19641212 199808 1 001**

**PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI**

Skripsi dengan judul “**Rancang Bangun *Oil Mist Detector* Sebagai Salah Satu *Safety Devices System* Pada Mesin Induk**” karya:

Nama : MUHAMMAD MUBAROK

NIT : 551811216650 T

Program Studi : TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Program Studi Teknika,  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari.....2023.

Semarang, .....2023

**PENGUJI**

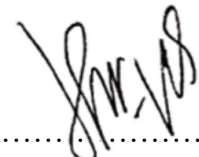
Penguji I : H. MUSTHOLIQ, M.M.  
Pembina, IV/a  
NIP. 19650320 199303 1 002



Penguji II : H. AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E.  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19641212 199808 1 001



Penguji III : H. DARYANTO, S.H., M.M.  
Pembina, IV/a  
NIP. 19580324 198403 1 002



Mengetahui,  
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Capt. DIAN WAHDIANA, M.M  
Pembina Tingkat I (IV/b)  
NIP. 19700711 199803 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Mubarak

N I T : 551811216650 T

Program studi : Teknika

Skripsi dengan judul “**Rancang Bangun *Oil Mist Detector* Sebagai Salah Satu *Safety Devices System* Pada Mesin Induk**”.

Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan duplikat dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat dan temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, Saya siap menanggung resiko/ sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap kode etik keilmuan dalam karya ini.

Semarang, ..... 3 oktober .....2023

Yang menyatakan,



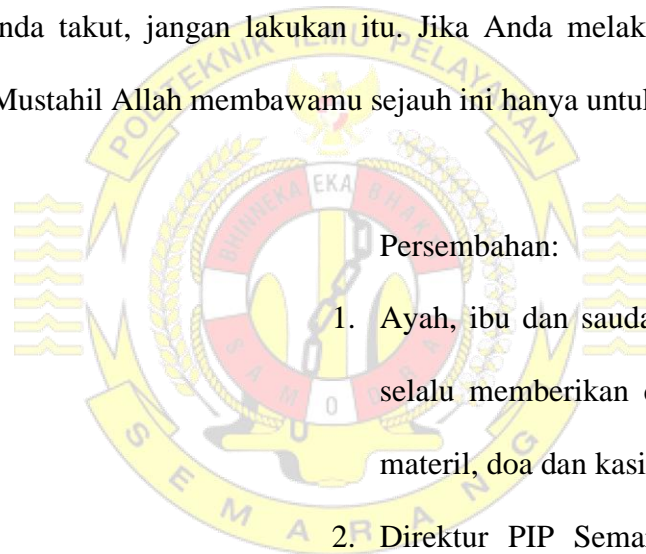
**MUHAMMAD MUBAROK**

**NIT. 551811216650 T**

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto:

1. Seburuk apapun masa lalumu, masa depanmu belum ternodai. Anda masih punya kesempatan mengisinya dengan lembar hitam atau putih.
2. Rasulullah saja kalau keluar dari masalah, beliau dapat masalah baru. Terus Anda maunya bebas dari masalah, ya gak bisa. Bersabarlah dan tetap berusaha, terkadang Anda harus melewati yang terburuk untuk mendapatkan yang terbaik.
3. Jika Anda takut, jangan lakukan itu. Jika Anda melakukannya, jangan takut. Mustahil Allah membawamu sejauh ini hanya untuk gagal.



### Persembahan:

1. Ayah, ibu dan saudara tercinta yang selalu memberikan dukungan moril, materil, doa dan kasih sayang.
2. Direktur PIP Semarang dan dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Almamater saya, PIP Semarang.

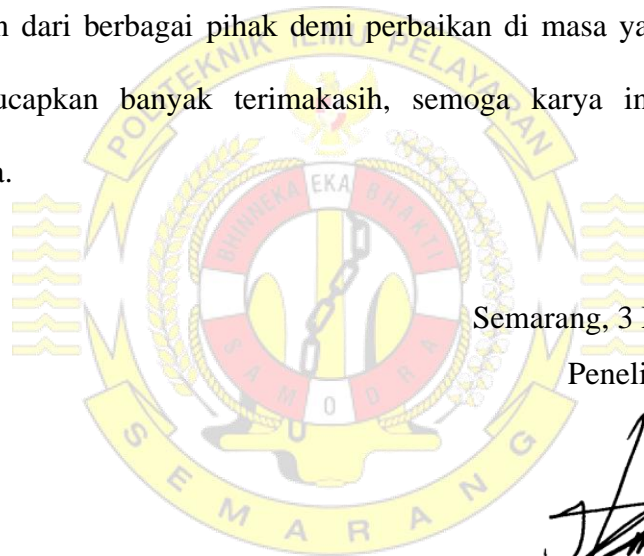
## PRAKATA

Puji syukur peneliti ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas izin-Nya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun *Oil Mist Detector* Sebagai Salah Satu *Safety Devices System* Pada Mesin Induk”**. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, serta syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel). Peneliti menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa adanya bimbingan, saran, motivasi, dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Yth. Bapak Capt. Dian Wahdiana, M.M selaku direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Yth. Bapak H. Amad Narto, M.Pd., M.Mar. E, selaku ketua Program Studi Teknika sekaligus dosen pembimbing materi skripsi.
3. Yth. Bapak Drs. Suharto, M.T. selaku dosen pembimbing metodologi dan penulisan skripsi.
4. Yth. Dosen pengajar yang telah memberi pengetahuan kepada peneliti selama menempuh pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
5. Bapak, Ibu dan Adik tercinta yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan do'a.
6. Rekan-rekan angkatan LV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah berjuang bersama-sama.
7. Sahabat kasta Galangan B2 LV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

8. Seluruh awak kapal MV. Andhika Kanishka khususnya *crew* bagian mesin yang telah memberikan data dan informasi serta ilmu yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Peneliti menyadari bahwa dalam karya ilmiah (skripsi) ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, sehingga peneliti bersedia menerima kritik dan saran dari berbagai pihak demi perbaikan di masa yang akan datang. Peneliti mengucapkan banyak terimakasih, semoga karya ini berguna bagi pembaca semua.



Semarang, 3 Maret 2023

Peneliti

  
**MUHAMMAD MUBAROK**  
**NIT.551811216650 T**



## ABSTRAKSI

**Muhammad Mubarak**, 2023, NIT: 551811216650 T, “*Rancang bangun oil mist detector sebagai salah satu safety devices system pada mesin induk*”. Program Studi Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E. Pembimbing II: Drs. Suharto, M.T.

*Oil mist detector* adalah salah satu contoh dari perangkat pengaman pada mesin induk kapal yang berfungsi untuk memantau dan memastikan bahwa kadar kabut minyak dalam ruang poros engkol tidak melebihi batas yang diizinkan guna menjaga keselamatan selama mesin induk beroperasi. Adanya kabut minyak pada ruang engkol dalam kadar tinggi akan menjadi masalah yang sangat serius jika tidak ditangani dengan hati-hati. Tingginya kadar kabut minyak pada ruang engkol dapat mengindikasikan bahwa minyak pelumas menerima panas berlebih dari mekanisme mesin yang bergerak dan bergesekan. Hal tersebut dapat mengakibatkan kerusakan serius pada mesin karena terlalu panas bahkan skenario terburuknya adalah mesin tersebut meledak.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *research and development* (RnD) untuk menguraikan proses pembuatan alat peraga *oil mist detector* berbasis mikrokontroler *Arduino Uno*. Dalam uji coba dan pengamatan secara langsung dilakukan dalam proses pembuatan pengendalian alat peraga sesuai yang diharapkan.

Alat peraga *oil mist detector* dirancang untuk mendemonstrasikan sistem kerja perangkat *oil mist detector* dalam rangka mengukur kadar kabut minyak yang ada pada ruang engkol mesin induk menggunakan sensor LDR dan laser LED. *Flywheel* pada miniatur mesin induk didesain agar dapat berputar maju atau mundur dengan pengaturan kecepatannya melalui input potensiometer. Pada saat miniatur mesin induk beroperasi, unit *oil mist detector* memantau kadar kabut minyak yang dihasilkan mesin induk pada ruang engkol. Di tengah pengoperasian miniatur mesin induk, peneliti munculkan kabut minyak dalam jumlah tertentu melalui proses pemanasan elemen yang diatur melalui *SCR dimmer*. Kabut minyak tersebut dihisap oleh pompa vakum pada unit *oil mist detector* melewati *rotating selector valve* dan tabung transparan. Ketika kabut minyak mencapai tabung transparan dan terkumpul dalam jumlah tertentu, maka sinar laser LED akan tereduksi dan menyebabkan resistansi sensor LDR meningkat hingga pada waktunya akan menyalakan alarm bahwa kadar kabut/ asap minyak berlebihan. Saat kabut minyak terdeteksi berlebihan, maka *Arduino* memerintahkan motor *stepper* untuk berhenti kemudian menghidupkan buzzer. Selama kondisi alarm ini, motor *stepper* tidak akan dapat dioperasikan dan buzzer terus berbunyi sampai permasalahan kabut minyak teratasi dan tombol reset pada *Arduino* ditekan.

**Kata Kunci:** Kabut minyak, *Oil mist detector*, *Arduino uno*



## ABSTRACT

**Muhammad Mubarak**, 2023, NIT: 551811216650 T, "*design of oil mist detector as one of the safety devices system on the main engine*". Diploma IV Study Program, Semarang Maritime Polytechnic, Advisor I: H. Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E. Advisor II: Drs. Suharto, M.T.

Oil mist detector is one example of a safety device on a ship's main engine that functions to monitor and ensure that the oil mist level in the crankshaft chamber does not exceed the permissible limit to maintain safety while the mother engine is operating. The presence of oil mist in the crank chamber in high levels will be a very serious problem if not handled carefully. High levels of oil mist in the crank chamber may indicate that the lubricating oil is receiving excess heat from the engine mechanism moving and rubbing. This can result in serious damage to the engine due to overheating and even the worst-case scenario is that the engine explodes.

The research method used is the research and development (RnD) method to describe the process of making an oil mist detector based on the Arduino Uno microcontroller. In trials and direct observations carried out in the process of making control props as expected.

The oil mist detector props are designed to demonstrate the working system of the oil mist detector device in order to measure the oil mist content in the crank chamber of the main engine using LDR sensors and LED lasers. The flywheel on the main engine miniature is designed so that it can rotate forward or backward with its speed regulation through the potentiometer input. When the main engine miniature is operating, the oil mist detector unit monitors the level of oil fog produced by the main engine in the crank chamber. In the middle of the operation of main engine miniature, the researcher emerged a certain amount of oil mist through the process of heating the elements arranged through the SCR dimmer. The oil mist is sucked in by the vacuum pump on the oil mist detector unit through a rotating selector valve and a transparent tube. When the oil mist reaches the transparent tube and collects in a certain amount, the LED laser beam will be reduced and cause the resistance of the LDR sensor to increase until in time it will turn on the alarm that the level of fog / oil smoke is excessive. When oil fog is detected excessively, the Arduino instructs the stepper motor to stop and then turn on the buzzer. During this alarm condition, the stepper motor will not be able to operate and the buzzer continues to sound until the oil mist problem is resolved and the reset button on the Arduino is pressed.

**Keywords:** Oil mist, Oil mist detector, Arduino uno

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Hasil Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
A. Deskripsi Teori.....	6
B. Kerangka Pikir.....	43
C. Hipotesis.....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	81
A. Simpulan.....	81
B. Saran.....	82
C. Keterbatasan Penelitian.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	84

<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN 1.....</b>	<b>86</b>
<b>LAMPIRAN 2.....</b>	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN 3.....</b>	<b>88</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Microstepping Truth Table .....	26
Tabel 2. 2 Review Penelitian Terdahulu .....	42



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Crankcase Explosion .....	11
Gambar 2. 2 Konstruksi Dari Oil Mist Detector .....	13
Gambar 2. 3 DC Power Supply .....	16
Gambar 2. 4 LM 2596 Step Down Module.....	17
Gambar 2. 5 Arduino Uno R3 DIP.....	18
Gambar 2. 6 Arduino Uno Power Tree .....	19
Gambar 2. 7 Kabel Jumper.....	19
Gambar 2. 8 Penampang Motor Stepper tipe VR .....	20
Gambar 2. 9 Motor Stepper Tipe Permanent Magnet .....	21
Gambar 2. 10 Penampang Motor Stepper Tipe Hybrid .....	22
Gambar 2. 11 Motor stepper Dengan Lilitan Unipolar .....	23
Gambar 2. 12 Motor Stepper Dengan Lilitan Bipolar.....	24
Gambar 2. 13 A4988 Pinout.....	25
Gambar 2. 14 Contoh Instalasi Driver A4988 .....	28
Gambar 2. 15 LCD 20x4 with I2C Serial .....	30
Gambar 2. 16 LDR Sensor Module.....	31
Gambar 2. 17 LED Dot Laser .....	32
Gambar 2. 18 IR Obstacle Sensor Module.....	33
Gambar 2. 19 LED Traffic Light Module .....	33
Gambar 2. 20 Intermittent Buzzer.....	34
Gambar 2. 21 SCR Dimmer AC 220 V.....	36
Gambar 2. 22 Jenis-Jenis Potensiometer.....	37
Gambar 2. 23 Toggle Switch .....	37

Gambar 2. 24 Mini Breadboard .....	38
Gambar 2. 25 Plat Stainless Steel .....	39
Gambar 2. 26 Rotating Selector Valve .....	39
Gambar 2. 27 Konektor Elbow .....	40
Gambar 2. 28 Selang 5/16 Inchi.....	40
Gambar 2. 29 Tabung Transparan.....	41
Gambar 2. 30 Vacuum Pump HP-555.....	41





# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Mesin induk pada sebuah kapal merupakan komponen penting yang berfungsi sebagai tenaga penggerak kapal. Umumnya mesin induk penggerak kapal-kapal niaga menggunakan mesin diesel dibandingkan mesin turbin uap atau mesin turbin gas. Hal ini dikarenakan mesin diesel memiliki keunggulan baik dari segi pengoperasian yang relatif mudah, daya tahan yang lebih baik, maupun dari segi perawatannya yang lebih murah.

Tenaga manusia sebagai operator berperan untuk mengoperasikan berbagai permesinan yang ada di kapal dengan aman dan selamat serta melakukan pengawasan terhadap parameter permesinan yang sedang bekerja tersebut sehingga risiko terjadinya kerusakan dapat diminimalisir. Akan tetapi tenaga manusia juga masih memiliki kelemahan terutama dalam mengontrol mesin yang bekerja 24 jam tanpa berhenti.

Sebuah kapal modern dikembangkan dengan dilengkapi sistem kontrol berbasis elektronik yang kemudian sering disebut sebagai sistem kontrol otomatis. Ada banyak keuntungan yang ditawarkan oleh otomatisasi sistem dan manfaat yang paling penting adalah peningkatan aspek keselamatan sebagai tujuan tertinggi operasi kapal modern. Mesin induk lazimnya dilengkapi dengan sistem alarm dan perangkat pengaman (*safety device*). Sistem alarm dan perangkat pengaman sangat membantu dalam mengamankan mesin induk dari kerusakan atau kegagalan yang dapat mengakibatkan kerugian besar dan bahkan mengancam keselamatan kapal,

kru kapal, maupun penumpang. Sistem alarm dan perangkat pengaman tersebut harus dapat bekerja secara otomatis untuk memberi peringatan berupa sinyal, bunyi, atau sinar pada saat terjadi penyimpangan kondisi atau parameter yang membahayakan pengoperasian mesin induk sehingga dapat diberikan penanganan yang tepat. Sebagai contoh kondisi atau parameter yang menyimpang seperti perubahan tekanan maupun temperatur yang melebihi atau di bawah batas aman yang telah ditentukan, dan juga kondisi menyimpang lainnya yang sekiranya dapat menyebabkan kerusakan lebih fatal jika tidak segera diatasi.

Apabila dalam pengoperasian mesin induk didapati masalah yang berpotensi merusak mesin lebih parah lagi atau bahkan dapat membahayakan nyawa manusia, maka sistem perangkat pengaman (*safety device*) harus otomatis bekerja menurunkan putaran mesin atau mematikan mesin secepat mungkin untuk menghindari kerusakan lebih fatal atau untuk menjaga keselamatan manusia itu sendiri. Karena sebagian komponen-komponen mesin induk tertutup oleh *casing* sehingga jika kurang mendapat pengawasan pada bagian dalam mesin yang bergesekan maka berpotensi menimbulkan percikan api dan dalam temperatur yang tinggi dapat menimbulkan terjadinya ledakan.

Sistem *emergency slow down* merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mengurangi kecepatan mesin induk secara cepat ketika terjadi kondisi darurat. Sistem ini bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang lebih parah dengan cara memperlambat putaran mesin hingga pada kecepatan *dead slow*. Sedangkan sistem *emergency shutdown*

merupakan sistem yang digunakan untuk mematikan mesin induk secara cepat jika terjadi kondisi darurat dengan cara menghentikan laju bahan bakar mesin induk kemudian mengaktifkan sistem *starting interlock*. Kedua sistem ini sangat penting untuk digunakan pada mesin induk kapal karena dapat mengamankan mesin dari kerusakan yang dapat mengakibatkan kerugian besar dan bahkan dapat mengancam keselamatan kapal dan jiwa manusia.

*Oil mist detector* adalah salah satu contoh dari perangkat pengaman pada mesin induk kapal yang berfungsi untuk memantau keberadaan partikel minyak atau kabut minyak di dalam ruang poros engkol yang dihasilkan selama mesin induk beroperasi. *Oil mist detector* biasanya terdiri dari sensor, pengolah sinyal, dan perangkat pengambilan sampel. Sensor mengukur konsentrasi partikel minyak dalam udara. Pengolah sinyal mengolah sinyal dari sensor dan mengirimkan sinyal keluaran ke perangkat pengambilan sampel. Perangkat pengambilan sampel menerima sinyal keluaran dan menampilkan informasi konsentrasi kabut minyak dalam udara. *Oil mist detector* digunakan untuk memantau dan memastikan bahwa kadar kabut minyak dalam ruang poros engkol tidak melebihi batas yang diizinkan guna menjaga keselamatan mesin induk. Adanya kabut minyak pada ruang engkol dalam kadar tinggi akan menjadi masalah yang sangat serius jika tidak ditangani dengan hati-hati. Tingginya kadar kabut minyak pada ruang engkol mengindikasikan bahwa minyak pelumas menerima panas berlebih dari mekanisme poros engkol sehingga terjadilah kabut minyak. Hal tersebut dapat mengakibatkan kerusakan serius pada mesin

karena terlalu panas bahkan skenario terburuknya adalah mesin tersebut meledak. Oleh karena itu, sangat penting untuk selalu memantau kadar kabut minyak pada ruang engkol tersebut.

Prinsip kerja dari perangkat *oil mist detector* dapat lebih mudah dipahami melalui media alat peraga. Hal tersebut mendorong peneliti untuk membuat sebuah alat peraga *oil mist detector* dengan harapan dapat membantu dalam memahami komponen serta cara kerja dari perangkat *oil mist detector*. Penulisan karya ini juga sebagai prinsip agar taruna dapat mengimplementasikan ilmu yang telah diperoleh selama proses pendidikan di kampus maupun pelatihan selama melaksanakan praktek laut di kapal.

Melalui landasan di atas maka peneliti menuangkan gagasan tersebut dalam tugas akhir dengan judul “**Rancang Bangun Oil Mist Detector Sebagai Salah Satu Safety Devices System Pada Mesin Induk**”.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, maka peneliti menentukan tiga rumusan masalah agar didalam penulisan skripsi tidak menyimpang serta mempermudah peneliti untuk menemukan solusi atas rumusan permasalahan yang disajikan. Adapun rumusan masalah yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat alat peraga *oil mist detector*?
2. Bagaimana prinsip kerja dari alat peraga *oil mist detector* dalam rangka melindungi mesin induk dari kerusakan yang fatal?
3. Apa saja tujuan dan manfaat dari pembuatan alat peraga *oil mist detector*?

### C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin peneliti capai adalah sebagai berikut:

1. Dapat memahami dan menjelaskan cara pembuatan alat peraga *oil mist detector*.
2. Dapat memahami prinsip kerja dari alat peraga *oil mist detector* dalam rangka melindungi mesin induk dari kerusakan yang fatal.
3. Dapat memahami tujuan dan manfaat dari pembuatan alat peraga *oil mist detector*.

### D. Manfaat Hasil Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian dan perancangan ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Manfaat Teoritis

Hasil dari penelitian dan perancangan ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang pentingnya sistem perangkat pengaman yang ada pada mesin induk khususnya sistem pendeteksian kadar kabut minyak pada ruang engkol.

#### 2. Manfaat Praktis

Peneliti berharap hasil dari penelitian dan perancangan alat peraga *oil mist detector* dapat menjadi solusi yang efektif bagi pembaca khususnya taruna-taruni PIP Semarang dalam upaya memahami prinsip kerja dari *oil mist detector* seperti yang ada pada mesin induk di kapal melalui media alat peraga tersebut.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Deskripsi Teori

Pada bab ini peneliti akan menjelaskan teori-teori penunjang yang dibutuhkan dalam merancang serta merealisasikan tugas akhir ini.

##### 1. Rancang Bangun

Rancang bangun adalah proses perencanaan dan pembuatan suatu sistem, mesin, produk, atau bangunan dengan memperhatikan aspek-aspek seperti kinerja, efisiensi, estetika, dan biaya. Rancang bangun adalah tahapan penting dalam proses pengembangan produk dan membutuhkan peran dari berbagai disiplin ilmu seperti mekanik, elektronik, komputer, dan rekayasa industri. Dalam beberapa kasus, rancang bangun juga membutuhkan uji coba dan perbaikan berkala untuk memastikan bahwa produk tersebut berfungsi dengan baik dan aman untuk digunakan.

##### 2. *Crankcase Safety Device*

###### a. Definisi *Crankcase*

*Crankcase* didefinisikan sebagai area di sekitar poros engkol dan bantalan poros engkol pada mesin pembakaran internal bolak-balik. Area ini membungkus poros engkol yang berputar dan menyeimbangkan poros engkol serta mengarahkan minyak pelumas agar kembali ke karter oli. Untuk pemeriksaan dan pemeliharaan poros engkol maupun bantalan, *crankcase* juga dilengkapi dengan pintu (*crankcase door*). Pintu bak mesin ini memiliki katup pelepas



(*relief valve*) sehingga jika terjadi ledakan di bak mesin, tekanan dapat dilepaskan dan kerusakan pada struktur dapat dicegah.

Selama mesin berjalan, poros engkol dapat mengalami kelelahan akibat gaya operasi. Perawatan dan pemeliharaan bak mesin dan komponen internalnya yang tepat termasuk poros engkol sangat penting untuk kelancaran operasional mesin, kurangnya melakukan inspeksi dan perawatan yang tepat dapat menyebabkan ledakan yang akan terjadi di bak mesin dan akan mengakibatkan kerusakan dan kegagalan komponennya yang sangat parah.

b. Faktor Penyebab Terjadinya *Crankcase Explosion*

*Crankcase explosion* adalah fenomena ledakan yang terjadi pada ruang engkol mesin. Kondisi ini hampir memiliki kesamaan dengan *scavenge fires*. Hal yang membedakan adalah letak titik api yang terjadi dalam mesin. *Scavenge fires* umumnya terjadi pada ruang bilas mesin diesel dua langkah putaran rendah, sedangkan *crankcase explosion* dapat terjadi dalam ruang engkol mesin diesel dua langkah maupun mesin diesel empat langkah. Menurut data statistik dari *Lloyd Register*, disimpulkan bahwa bahaya *crankcase explosion* pada mesin diesel empat langkah memiliki risiko tujuh kali lebih besar dibandingkan dengan mesin diesel dua langkah. Hal ini cukup beralasan karena ruang bakar pada mesin diesel dua langkah dibatasi oleh *stuffing box* yang memungkinkan ruang bakar tidak berhubungan langsung dengan ruang engkol (*crankcase*) sehingga kontaminasi sumber panas dalam ruang engkol dari *blow-*

by atau sejenisnya dapat diminimalkan. Namun sebagai konsekuensinya mesin diesel dua langkah berpeluang terjadi *scavenge fire* pada ruang udara bilas.

Seperti diketahui, agar kebakaran atau ledakan terjadi diperlukan tiga elemen dasar untuk menyempurnakan segitiga api. Ketiga komponen tersebut adalah panas, oksigen, dan bahan bakar. Dengan adanya ketiga elemen ini, dalam rasio proporsional dan dalam batas yang mudah terbakar, reaksi akan menyebabkan kebakaran atau ledakan. Dalam bak mesin, ketiga elemen yang diperlukan untuk menimbulkan kebakaran tersedia. Minyak pelumas sebagai sumber bahan bakar, oksigen sebagai salah satu dari tiga elemen yang diperlukan serta panas yang dihasilkan dari titik panas (*hot spot*). Dalam kondisi mesin beroperasi secara normal, *hot spot* tidak cukup untuk menguapkan minyak pelumas menjadi gas atau kabut putih yang dapat terbakar pada suhu tertentu. Namun, terdapat beberapa faktor yang dapat meningkatkan gesekan antar komponen sehingga membuat proses penguapan minyak pelumas bertambah, yaitu:

- 1) Kegagalan sistem pelumasan
- 2) *Piston misalignment* menyebabkan gesekan pada *stuffing box*
- 3) kesalahan pemasangan pegas batang piston di *stuffing box*
- 4) Keausan *main shaft bearing* dan *cam shaft bearing*
- 5) Kegagalan poros engkol

6) *Blow by* merupakan sebuah istilah atas kebocoran kompresi dalam ruang bakar yang disebabkan oleh keausan komponen ruang bakar. Udara yang seharusnya terkompresikan dalam ruang bakar menjadi lolos melalui sela-sela keausan dan terkumpul dalam *crankcase*. Penumpukan udara ini akan menyempurnakan kesetimbangan komposisi panas dan udara dalam ruang engkol. Selain kebocoran kompresi karena keausan komponen ruang bakar, keretakan yang terjadi pada *piston crown* juga dapat menyebabkan udara kompresi lolos menuju ruang engkol.

7) Pengaruh panas dari luar juga dapat memicu terjadinya ledakan dalam ruang engkol. Panas dari luar akan merambat secara radiasi yang menjadikan temperatur ruang engkol meningkat.

Faktor-faktor tersebut menambah panas dan menciptakan kondisi yang menguntungkan bagi ketiga elemen segitiga api untuk bersatu yang dapat menyebabkan ledakan bak mesin. Ledakan ini dapat menjadi produk dari ledakan primer dan sekunder. Untuk ledakan primer, jika titik panas bersentuhan dengan minyak pelumas, penguapan terjadi. Uap kemudian bersirkulasi ke bagian yang lebih dingin di bak mesin dan mengembun menjadi kabut minyak putih. Kabut minyak putih akan mencapai konsentrasi tertentu, dan pada batas ledakan, ledakan bak mesin terjadi. Untuk ledakan sekunder, ledakan primer menghasilkan gelombang kejut yang merambat di dalam bak mesin dan memiliki efek pecah untuk

mengurangi ukuran tetesan oli, menghasilkan lebih banyak bahan bakar untuk pengapian. Tekanan yang diciptakan karena ledakan primer akan meninggalkan bak mesin melalui pintu bak mesin dan akan menghasilkan area bertekanan rendah yang mencoba menyedot lebih banyak udara dari luar. Jika ada kebocoran dari katup pelepas, kotak isian, dan ventilasi bak mesin, lingkungan yang baik dengan lebih banyak bahan bakar dan udara akan hadir.

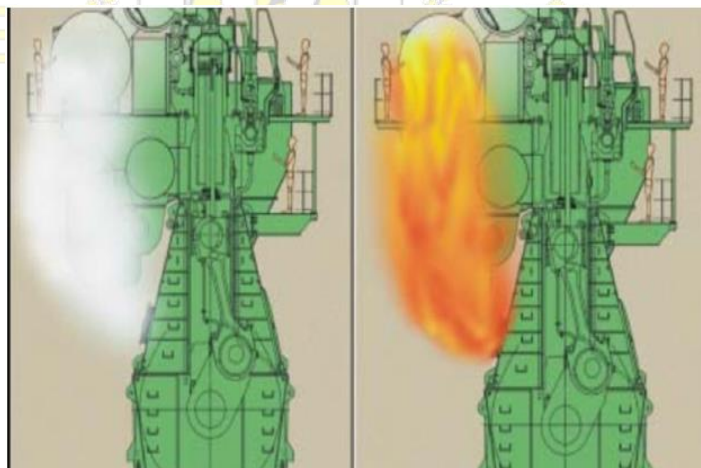
Biasanya, pintu bak mesin bisa pecah. Titik panas kemudian menyulut api dan menyebabkan ledakan sekunder yang merupakan ledakan yang lebih dahsyat dan dahsyat yang dapat merusak mesin utama, melukai anggota kru, atau bahkan dapat menyebabkan kematian.

c. Risiko *Crankcase Explosion*

Menurut jenis ledakan yang terjadi dalam ruang engkol, maka risiko *crankcase explosion* digolongkan menjadi dua jenis yaitu:

- 1) *Primary explosion*, merupakan ledakan utama yang terjadi dalam ruang engkol. Terjadinya ledakan dengan kekuatan kecil akan membuka *relief valve* yang terpasang pada *engine frame*. Bahaya api ini menjadi cukup aman apabila *relief valve* dapat bekerja dengan baik, maka tingkat kerusakan dapat diminimalkan. Namun, bahaya ledakan dengan skala lebih besar (ketika tidak memfungsikan *relief valve* karena kerusakan, kurang perawatan atau sejenisnya) akan berisiko lebih parah untuk menghancurkan *engine frame*.

2) *Secondary explosion*, merupakan ledakan sekunder yang pada umumnya terjadi setelah *primary explosion* dengan kekuatan yang lebih besar. *Secondary explosion* dapat terjadi karena ada unsur kesalahan. Membukanya *relief valve* akan mengalirkan gas dalam ruang engkol agar keluar dari *crankcase*. Dalam waktu yang bersamaan tekanan ruang engkol menjadi dibawah tekanan atmosfer. Setelah *relief valve* bekerja melepaskan gas dalam ruang engkol kemudian mekanismenya tidak dapat menutup kembali dengan rapat maka udara luar akan masuk ke dalam ruang engkol karena perbedaan tekanan. Bertambahnya volume udara ini akan berpotensi memicu *secondary explosion* dengan kekuatan yang lebih besar.



Gambar 2. 1 Crankcase Explosion

Saat mesin sedang beroperasi, udara dalam ruang engkol terdiri dari unsur nitrogen, oksigen serta karbon dioksida. Apabila unsur oksigen dipertemukan dengan *hot spot*, maka akan memicu terbentuknya api dalam ruang engkol. Untuk mencegah terjadinya

*crankcase explosion*, ada dua unsur yang harus mendapat perhatian khusus yaitu dengan mencegah terbentuknya *hot spot* dalam ruang engkol dan melakukan deteksi dini atas terjadinya kabut minyak pelumas (*oil mist*).

### 3. *Oil Mist Detector*

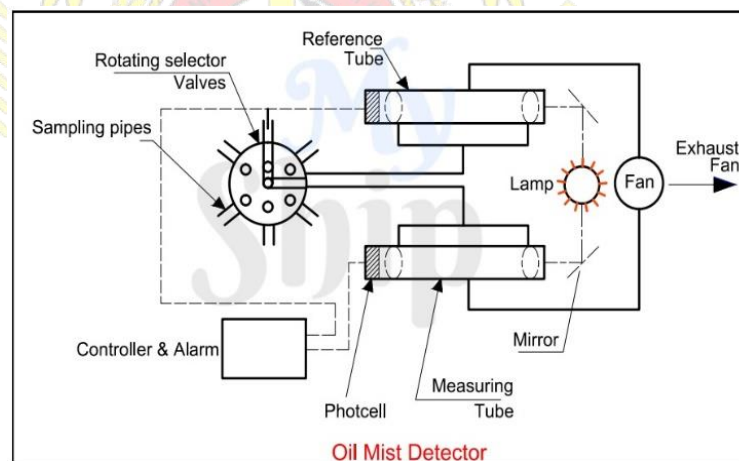
Sesuai aturan *International Association of Classification Societies (IACS)* bahwa semua kapal dengan diameter silinder mesin 300 mm atau mesin dengan daya 2.250 KW harus dilengkapi dengan perangkat *oil mist detector*. *Oil mist detector* merupakan salah satu perangkat keamanan (*safety device*) yang terpasang pada mesin dan berfungsi untuk mengukur kadar kabut minyak pelumas dalam ruang engkol. Akumulasi dari kabut atau asap yang tebal di dalam sebuah mesin dapat mengakibatkan sebuah ledakan bahkan kebakaran. Sangat penting untuk menjaga kadar asap minyak pelumas di bawah kontrol dan seandainya terdeteksi melebihi batas yang telah ditentukan, maka mesin harus dikurangi kecepatannya atau dimatikan.

#### a. *Konstruksi Oil Mist Detector*

Perangkat *oil mist detector* tidak mengurangi atau mencegah pembentukan dari kabut minyak, tetapi hanya memberikan peringatan dini seandainya konsentrasi kabut minyak meningkat di atas level dari sebuah ledakan dapat terjadi. Pada dasarnya *oil mist detector* terdiri dari sensor, pengolah sinyal, dan perangkat pengambilan sampel. Susunan dari *OMD* dibagi menjadi dua tabung dengan ukuran yang sama. Keduanya dipasang paralel satu



sama lain. Pada salah satu tiap ujung tabung, dipasang sebuah *photoelectric cell* yang menghasilkan arus listrik sesuai intensitas cahaya yang mengenai permukaannya. Besar arus listrik yang dihasilkan secara langsung proporsional atau sesuai dari perubahan intensitas cahaya yang diterima. Pada ujung lain dari kedua tabung ditutup dengan lensa yang memungkinkan cahaya dapat masuk ke dalam. Intensitas cahaya yang sama akan direfleksi pada *photoelectric cells* menggunakan sebuah lampu. Cahaya masuk melewati lensa setelah direfleksi oleh cermin. Salah satu dari tabung ada sebuah *inlet* dan *outlet* koneksi untuk mengenali adanya asap minyak.



Gambar 2. 2 Konstruksi Dari Oil Mist Detector

b. Cara Kerja *Oil Mist Detector*

Tabung pengukuran mempunyai koneksi dengan asap minyak yang mana diekstraksi dari *crankcase* dengan bantuan sebuah *electric extractor fan*. Tabung acuan diisi dengan udara bersih dan digunakan sebagai acuan pengukuran level dari asap di dalam

tabung pengukuran. Sampel kabut minyak pelumas dihisap oleh *electric extractor fan* dari ruang engkol setiap silinder secara bergantian sesuai *rotating selector valves*, kemudian *photoelectric cell* melakukan tugasnya untuk memonitor kadar kabut minyak pelumas serta mengirim sinyal ke kontroler dan sistem alarm.

Kabut minyak pelumas yang dihasilkan dari pemanasan menghasilkan partikel 3 hingga 10 mikron, kabut terlihat sebagai asap berwarna kebiruan. Suhu terendah yang dapat menyalakan kabut ini sekitar 150°C. Saat kuantitas atau konsentrasi kabut minyak pelumas meningkat hingga pada level *LEL (Lower Explosive Limit)* 50 mg/lit, ledakan akan terjadi pada suhu 200°C.

c. Pengaturan Level Alarm *Oil Mist Detector*

Hasil deteksi pada *detector* harus jelas menunjukkan area yang tepat dimana kabut minyak pelumas berlebih terdeteksi. Level alarm yang ditetapkan harus mempertimbangkan kondisi atmosfer ketika ada dan tidaknya masalah, misalnya selalu ada sejumlah kecil kabut yang dihasilkan dalam ruang yang sama. Hal ini mempengaruhi pengaturan level awal namun tidak boleh melebihi konsentrasi lebih dari 2 *ppm* kandungan minyak pada udara bebas. Level alarm akan menunjukkan saat level naik ke persentase tertentu yang telah ditetapkan.

4. Alat Peraga

Alat peraga merupakan suatu peralatan atau media yang digunakan untuk membantu dalam proses pembelajaran, demonstrasi,

atau presentasi dengan tujuan untuk mempermudah pemahaman dan memperjelas konsep. Alat peraga dapat membantu memvisualisasikan konsep yang rumit, memperjelas informasi yang sulit dipahami, dan membuat pembelajaran menjadi lebih interaktif. Alat peraga bisa berupa model fisik, diagram, skema, atau alat multimedia yang membantu dalam menyampaikan informasi dan mempermudah pemahaman.

#### 5. Komponen Penyusun Alat Peraga *Oil Mist Detector*

Untuk merealisasikan pembuatan alat peraga *oil mist detector*, maka dibutuhkan beberapa komponen sebagai berikut:

##### a. Catu Daya

Catu daya adalah perangkat yang mengubah arus listrik AC menjadi DC untuk menyuplai daya ke perangkat elektronik. Catu daya memiliki berbagai ukuran dan kapasitas, tergantung pada kebutuhan perangkat elektronik yang akan digunakan. Catu daya memiliki beberapa bagian penting, termasuk trafo, kapasitor, dioda, dan regulator. Trafo berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC yang lebih rendah. Kapasitor berfungsi sebagai filter untuk memisahkan frekuensi AC dari tegangan DC yang dihasilkan. Dioda membatasi aliran arus dan memastikan bahwa hanya ada aliran arus DC dalam satu arah. Regulator membatasi tegangan DC ke tingkat yang diinginkan dan memastikan bahwa tegangan tetap stabil meskipun beban pada sistem bervariasi. Catu daya harus dipilih sesuai dengan kebutuhan

dan spesifikasi peralatan elektronik yang akan terhubung ke catu daya. Ini termasuk tegangan dan arus yang diperlukan, ukuran dan bentuk catu daya, dan kompatibilitas dengan peralatan elektronik.



Gambar 2. 3 DC Power Supply

b. *LM2596 Step Down Module*

*LM2596* adalah jenis modul regulasi tegangan (*DC to DC stepdown converter*) yang digunakan untuk menurunkan tegangan masukan *DC* menjadi tegangan keluaran *DC* yang lebih rendah. Modul ini mengandalkan *chip LM2596* yang merupakan *Integrated Circuit (IC)* yang dirancang untuk aplikasi catu daya. Modul ini memiliki fitur stabilitas tinggi, efisiensi tinggi, dan daya yang lebih besar. Modul *LM2596* memiliki beberapa varian, termasuk *LM2596S-ADJ*, yang memungkinkan penyesuaian tegangan output melalui potensiometer, dan *LM2596HV* yang memiliki jangkauan tegangan masukan lebih tinggi dan daya yang lebih besar. Modul *LM2596* sangat mudah digunakan dan cocok untuk aplikasi seperti pengatur tegangan untuk *LED*, sistem tampilan digital, dan

pengatur daya untuk perangkat elektronik lainnya. Modul ini juga dapat digunakan untuk aplikasi seperti pengisian baterai dan sumber daya untuk peralatan portabel.

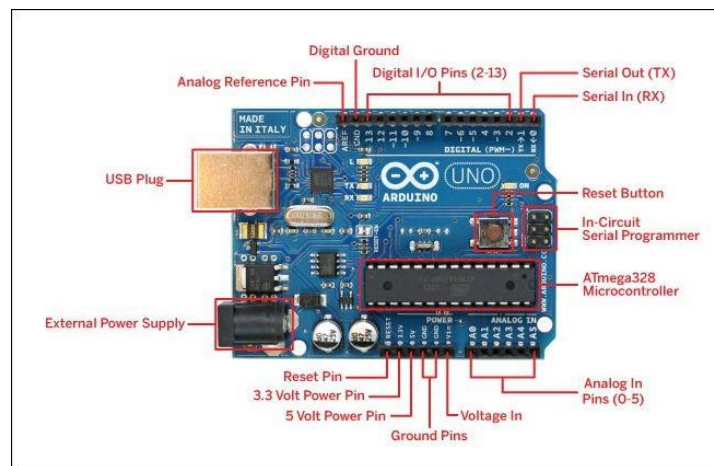


Gambar 2. 4 LM 2596 Step Down Module

c. *Arduino Uno R3 DIP*

*Arduino Uno* merupakan papan mikrokontroler *open-source* yang menggunakan chip *Atmega328* dan dilengkapi 14 pin *input/output* digital dimana 6 pin bisa digunakan sebagai output *PWM (Pulse with Modulation)*, 6 pin *input* analog, osilator 16 MHz, port *USB*, *power jack*, *header ICSP*, dan juga tombol reset.

Kata "*uno*" berarti "satu" dalam bahasa Italia dan dipilih untuk menandai rilis awal *Arduino Software*. *ATmega328* di papan *Arduino Uno* dilengkapi dengan *bootloader* yang telah diprogram sebelumnya yang memungkinkan pengunggahan kode baru ke dalamnya tanpa menggunakan pemrogram perangkat keras eksternal.



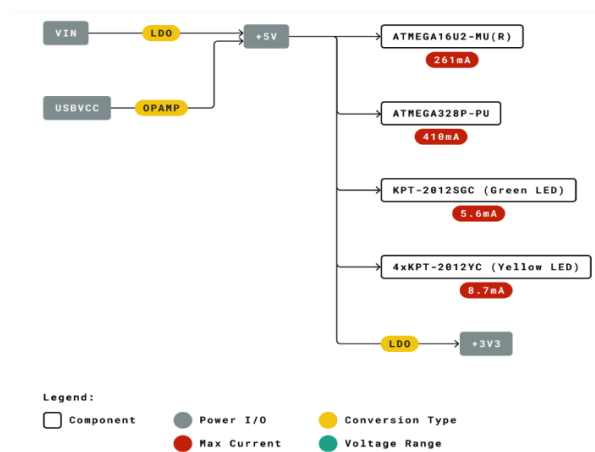
Gambar 2. 5 Arduino Uno R3 DIP

Masing-masing pin digital pada *Arduino Uno* bisa difungsikan sebagai *input* maupun *output* dengan perintah *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()* yang semuanya berjalan pada tegangan 5 Volt DC. Tiap pin tersebut dapat memberikan arus maksimum 40mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (terputus secara default) 20-50 kilo Ohm. *Arduino Uno* juga mempunyai 6 buah pin *input* analog yang berlabelkan A0 sampai A5 dimana masing-masing pin tersebut memberikan 10bit resolusi. Pin A4 (*SDA*) dan pin A5 (*SCL*) memiliki fungsi khusus untuk mendukung komunikasi *TWI (Two Wire Interface)* menggunakan *library* khusus pula.

Untuk memberikan tegangan pada *Arduino Uno*, dapat menggunakan adaptor *AC* ke *DC*, baterai, atau melalui kabel *USB*. Papan *Arduino Uno* dapat beroperasi pada tegangan 6-20 Volt. Tegangan yang kurang dari 7 Volt kemungkinan akan membuat papan sirkuit tidak bekerja dengan baik, sedangkan tegangan yang



melebihi 12 Volt akan membuat regulator tegangan terlalu panas dan bisa merusak papan *Arduino*. Jadi dianjurkan untuk menggunakan *Arduino Uno* pada tegangan 7 sampai 12 volt.



Gambar 2. 6 *Arduino Uno Power Tree*

d. Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* adalah kabel pendek yang memiliki konektor pada kedua ujungnya dan biasa digunakan untuk menghubungkan komponen pada *board Arduino*. Kabel *jumper* ada tiga jenis yaitu *male to male*, *male to female*, dan *female to female*. Pada dasarnya kabel ini akan digunakan sesuai kebutuhan perancangan sistem.



Gambar 2. 7 *Kabel Jumper*



## e. Motor *Stepper*

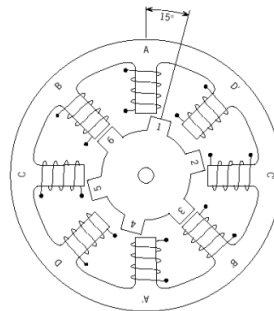
### 1) Definisi Motor *Stepper*

Motor *stepper* adalah jenis motor elektromekanik yang memiliki kemampuan untuk memutar dengan suatu langkah tetap (*step*). Setiap langkah ini dapat diatur untuk berputar sejumlah sudut yang ditentukan, sehingga membuat motor *stepper* sangat presisi dan dapat digunakan untuk aplikasi positionir. Motor *stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor *stepper* diperlukan pengendali/ *driver* motor *stepper* yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik.

### 2) Jenis-Jenis Motor *Stepper* Berdasarkan Konstruksinya

#### a) Motor *Stepper* tipe *Variable Reluctance* (VR)

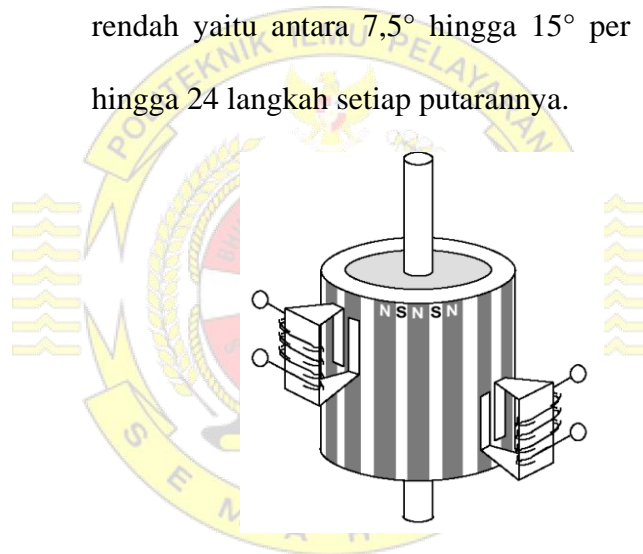
Motor *stepper* jenis ini terdiri atas sebuah rotor besi lunak dengan beberapa gerigi dan sebuah lilitan stator. Ketika lilitan stator diberi energi dengan arus *DC*, kutub-kutubnya menjadi termagnetisasi. Perputaran terjadi ketika gigi-gigi rotor tertarik oleh kutub-kutub stator.



Gambar 2. 8 Penampang Motor *Stepper* tipe VR

b) *Motor Stepper Tipe Permanent Magnet (PM)*

Motor *stepper* jenis ini memiliki rotor yang berbentuk seperti kaleng bundar yang terdiri atas lapisan magnet permanen yang diselang-seling dengan kutub yang berlawanan. Dengan adanya magnet permanen, maka intensitas fluks magnet dalam motor ini akan meningkat sehingga dapat menghasilkan torsi yang lebih besar. Motor jenis ini biasanya memiliki resolusi langkah (*step*) yang rendah yaitu antara  $7,5^\circ$  hingga  $15^\circ$  per langkah atau 48 hingga 24 langkah setiap putarannya.

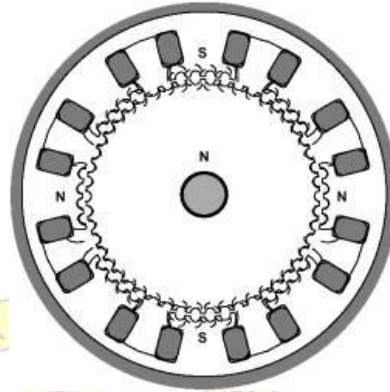


Gambar 2. 9 *Motor Stepper Tipe Permanent Magnet*

c) *Motor Stepper Tipe Hybrid (HB)*

Motor *stepper* tipe *hybrid* memiliki struktur yang merupakan kombinasi dari kedua tipe motor *stepper* sebelumnya. Motor *stepper* tipe *hybrid* memiliki gigi-gigi seperti pada motor tipe *VR* dan juga memiliki magnet permanen yang tersusun secara aksial pada batang porosnya seperti motor tipe *PM*. Motor tipe ini paling

banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena kinerja lebih baik. Motor tipe *hybrid* dapat menghasilkan resolusi langkah yang tinggi yaitu antara  $3,6^\circ$  hingga  $0,9^\circ$  per langkah atau 100-400 langkah setiap putarannya.



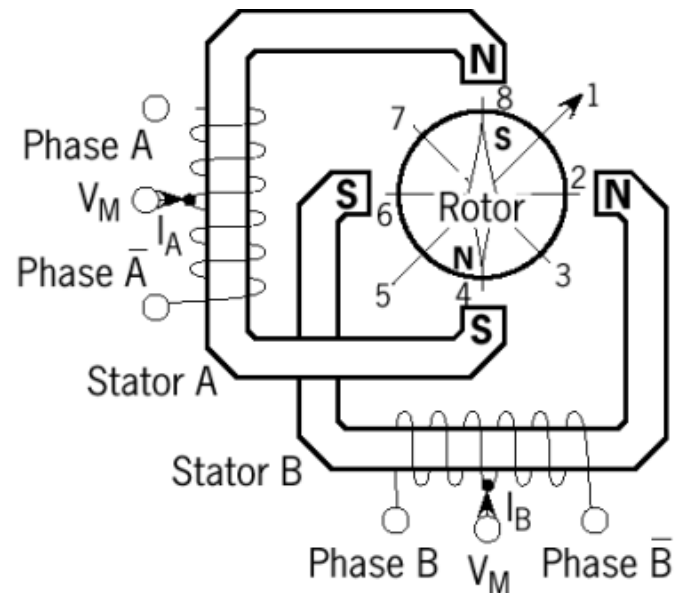
Gambar 2. 10 Penampang Motor Stepper Tipe Hybrid

### 3) Jenis-Jenis Motor Stepper Berdasarkan Rangkaian

Berdasarkan metode perancangan rangkaian pengendali motor *stepper*, motor *stepper* dapat dibagi menjadi jenis *unipolar* dan *bipolar*.

#### a) Motor Stepper Jenis Unipolar

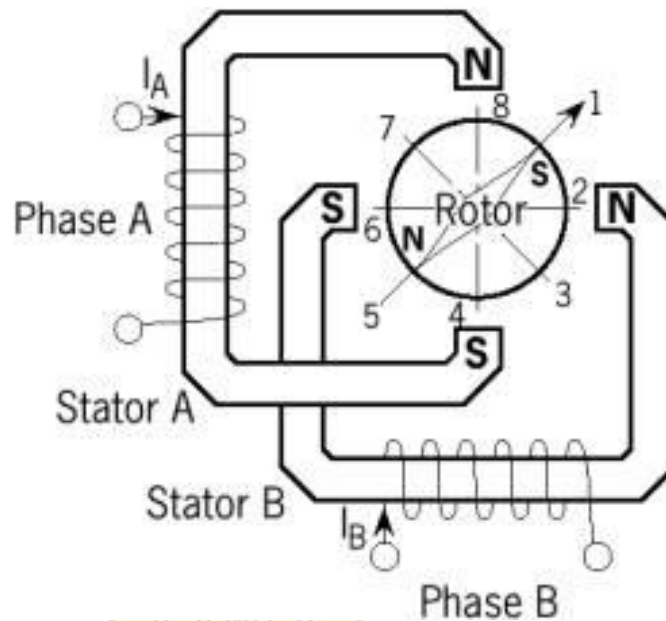
Rangkaian pengendali motor *stepper unipolar* lebih mudah dirancang karena hanya memerlukan satu *switch*/transistor setiap lilitannya. Untuk menjalankan dan menghentikan motor ini cukup dengan menerapkan pulsa digital yang hanya terdiri atas tegangan positif dan nol (*ground*) pada salah satu terminal lilitan (*wound*) motor sementara terminal lainnya dicatu dengan tegangan positif konstan (*VM*) pada bagian tengah (*center tap*) dari lilitan.



Gambar 2. 11 Motor stepper Dengan Lilitan Unipolar

b) Motor Stepper Jenis Bipolar

Untuk motor *stepper* dengan lilitan *bipolar*, diperlukan sinyal pulsa yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya. Jadi pada setiap terminal lilitan (A & B) harus dihubungkan dengan sinyal yang mengayun dari positif ke negatif dan sebaliknya. Karena itu dibutuhkan rangkaian pengendali yang lebih kompleks daripada rangkaian pengendali untuk motor *unipolar*. Motor *stepper bipolar* memiliki keunggulan dibandingkan dengan motor *stepper unipolar* dalam hal torsi yang lebih besar untuk ukuran yang sama.

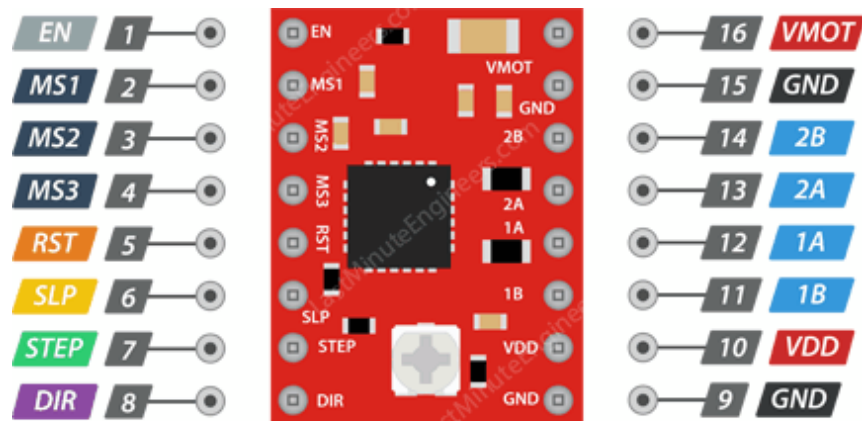


Gambar 2. 12 Motor Stepper Dengan Lilitan Bipolar

f. *Driver A4988*

1) Definisi *Driver A4988*

*A4988* adalah salah satu jenis *driver* motor *stepper* tipe *bipolar* yang dikembangkan oleh *Allegro MicroSystems*. *Driver* ini mengubah sinyal input dari mikrokontroler atau sumber lain menjadi sinyal yang dapat memicu langkah-langkah pada motor *stepper*. *Driver* ini memiliki *built-in translator* atau penerjemah bawaan untuk pengoperasian yang lebih mudah. Hal Ini mengurangi jumlah pin kontrol menjadi hanya dua, satu untuk mengontrol langkah (*STEP pin*) dan yang lainnya untuk mengontrol arah putaran (*DIR pin*). *Driver* ini menyediakan lima resolusi langkah yang berbeda yaitu langkah penuh, langkah setengah, langkah seperempat, langkah seperdelapan, dan langkah seperenam belas.

2) Pin Pada *Driver A4988*

A4988 Pinout



Gambar 2. 13 A4988 Pinout

*Driver A4988* memiliki total 16 pin yang menghubungkannya ke perangkat lain. *Pinout* tersebut dapat dikelompokkan menjadi:

## a) Pin Daya

*Driver A4988* membutuhkan dua koneksi catu daya. *VDD* dan *GND* digunakan untuk memberi daya pada sirkuit logika internal, berkisar dari 3VDC hingga 5,5VDC. Sedangkan *VMOT* dan *GND* digunakan untuk memasok daya ke motor *stepper*, yang dapat berkisar dari 8VDC hingga 35VDC. Gunakan kapasitor elektrolit 100 $\mu$ F (atau setidaknya 47 $\mu$ F) pada pin catu daya motor untuk melindungi *driver A4988* dari lonjakan tegangan yang dapat menyebabkan kerusakan permanen pada *driver A4988* bahkan pada motor *stepper* itu sendiri.



b) Pin Pemilihan *Microstepping*

*Driver A4988* mendukung *microstepping* dengan cara membagi satu langkah menjadi langkah yang lebih kecil. Misalnya, jika *driver* ini digunakan untuk menggerakkan motor *stepper NEMA 17* (dengan sudut langkah  $1,8^\circ$  atau 200 langkah/revolusi) dalam mode seperempat langkah, motor akan menghasilkan 800 langkah mikro per putaran. *Driver A4988* memiliki tiga pin input pemilih yaitu *MS1*, *MS2* dan *MS3*. Dengan mengatur tingkat logika yang sesuai untuk ketiga pin ini, *driver A4988* dapat mengatur motor *stepper* ke salah satu dari lima resolusi langkah yang disediakan.

Tabel 2. 1 *Microstepping Truth Table*

MS1	MS2	MS3	Microstep Resolution	No Of Steps Per Revolution (360°)
LOW	LOW	LOW	Full Step (1)	200
HIGH	LOW	LOW	Half A Step (1/2)	400
LOW	HIGH	LOW	Quarter Step (1/4)	800
HIGH	HIGH	LOW	Eighth Step (1/8)	1600
HIGH	HIGH	HIGH	Sixteenth Step (1/16)	3200

c) Pin *Input Kontrol*

Pin *STEP* digunakan untuk memicu *driver* agar melangkahkan motor *stepper* sebanyak satu *step*. Setiap pulsa *HIGH* yang dikirim ke pin ini akan menggerakkan



motor *stepper* sesuai dengan jumlah langkah mikro yang ditentukan oleh pin *microstepping*. Semakin tinggi frekuensi pulsa, semakin cepat motor *stepper* akan berputar begitu pula sebaliknya. Pin *DIR* digunakan untuk menentukan arah putaran motor *stepper*. Jika pin ini menerima logika tinggi (*HIGH*), maka motor *stepper* akan berputar ke arah positif. Sebaliknya, jika logika pada pin ini rendah (*LOW*), maka motor akan berputar ke arah negatif. Jika diinginkan motor *stepper* hanya berputar dalam satu arah, maka dapat dilakukan dengan menghubungkan pin *DIR* langsung ke *VCC* atau *GND*.

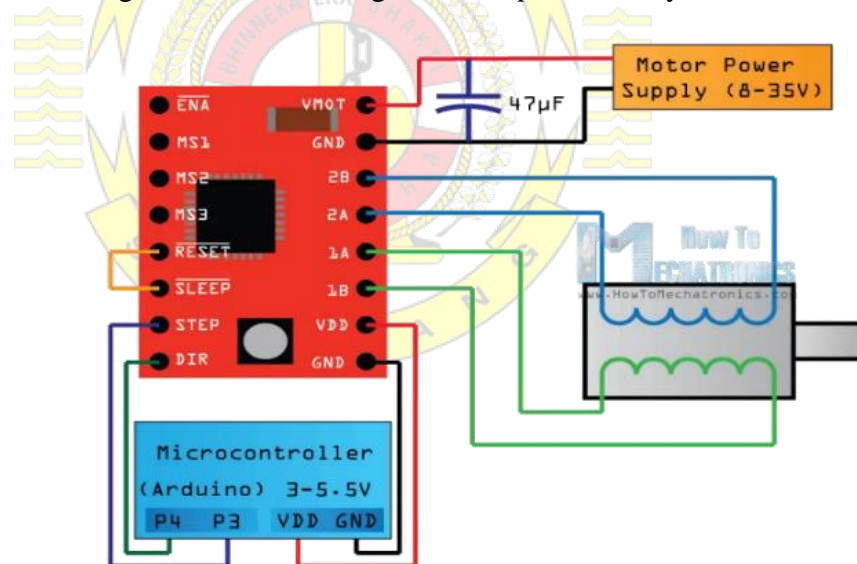
#### d) Pin Pengontrol Status Daya

*Driver A4988* memiliki tiga pin input terpisah untuk mengontrol status dayanya yaitu *EN*, *RST*, dan *SLP*. *EN* adalah pin input rendah aktif. Secara default, pin ini dibiarkan tidak mendapat tegangan (*LOW*) agar *driver* selalu diaktifkan. Pin ini sangat berguna saat menerapkan sistem penghentian atau pematian darurat. *SLP* adalah pin input rendah aktif. Jika diberi input logika *LOW* maka *driver* dalam mode tidur (*sleep*), hal ini dapat mengurangi konsumsi daya seminimal mungkin saat motor tidak digunakan. *RST* adalah input rendah aktif juga. Ketika pin ini diberi logika *LOW*, maka semua input *STEP* diabaikan. *RST* adalah pin mengambang, jika tidak menggunakan pin

ini sambungkan ke pin *SLP* untuk membuatnya tinggi dan mengaktifkan *driver*.

e) Pin Keluaran

Saluran keluaran *driver* A4988 dipecah ke sisi modul dengan pin 1A, 1B, 2A dan 2B. Setiap pin keluaran dapat memasok arus listrik hingga 2 Ampere ke motor. Namun jumlah arus yang disuplai ke motor ditentukan oleh catu daya, sistem pendingin, dan pengaturan pembatasan arus sistem. Pin 1A dan 1B digunakan untuk mengendalikan satu *phase* dari motor *stepper*, sementara pin 2A dan 2B digunakan untuk mengendalikan *phase* lainnya.



Gambar 2. 14 Contoh Instalasi Driver A4988

3) Pengaturan *VRef* Driver A4988

*Vref* adalah singkatan dari *voltage reference* yang berarti referensi tegangan. Ini membantu untuk menentukan besar putaran yang dapat diberikan kepada motor *stepper* dan

memastikan bahwa arus tidak melebihi nilai yang aman.  $V_{ref}$  diatur melalui trimpot (potensiometer) pada *driver A4988*. Nilai yang lebih tinggi pada  $V_{ref}$  akan menghasilkan arus yang lebih besar dan putaran yang lebih kuat pada motor *stepper*, tetapi juga dapat menyebabkan panas dan kerusakan pada motor jika terlalu tinggi. Sebaliknya, nilai yang lebih rendah pada  $V_{ref}$  akan menghasilkan arus yang lebih kecil dan putaran yang lebih lemah, juga dapat menyebabkan motor *stepper* tidak berfungsi dengan baik jika nilai  $V_{ref}$  terlalu rendah. Oleh karena itu, penting untuk menyesuaikan  $V_{ref}$  dengan benar agar motor *stepper* bekerja dengan optimal. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan saat menyesuaikan  $V_{ref}$  meliputi besar beban yang akan diterima motor *stepper*, suhu operasi, dan frekuensi putaran.

g. *Liquid Crystal Display (LCD)*

*Liquid Crystal Display (LCD)* adalah jenis teknologi layar yang menggunakan cairan kristal sebagai media untuk menampilkan gambar atau informasi. LCD terdiri dari lapisan cairan kristal yang terletak antara dua lapisan elektroda. Saat arus listrik diterapkan, cairan kristal membentuk pola yang berbeda dan memfilter warna dari sumber cahaya, sehingga membuat gambar terlihat pada layar.

*LCD 20x4 with I2C serial* adalah jenis *Liquid Crystal Display (LCD)* yang memiliki ukuran layar sepanjang 20 karakter dan 4

baris, dan menggunakan protokol komunikasi I2C untuk berkomunikasi dengan *board* mikrokontroler. Pada proyek-proyek Arduino, LCD 20x4 biasanya digunakan untuk menampilkan informasi seperti data sensor, status perangkat, atau *output* logika. LCD ini dapat dikontrol menggunakan kontroler atau *library* yang tersedia pada platform *Arduino*, sehingga memudahkan pengguna untuk membuat aplikasi yang membutuhkan tampilan informasi.



Gambar 2. 15 LCD 20x4 with I2C Serial

#### h. LDR Sensor Module

Modul *LDR* (*Light Depending Resistor*) sensor adalah perangkat elektronik yang mengkombinasikan *LDR* dengan beberapa komponen lain seperti resistor, kapasitor, dan *op-amp* untuk membuatnya lebih mudah digunakan dan diterapkan dalam berbagai proyek elektronika. Modul *LDR* sensor bekerja dengan cara membaca resistansi *LDR* saat cahaya mengenai permukaannya. Semakin banyak cahaya mengenai permukaan *LDR*, semakin rendah resistansinya, sehingga membuat sinyal listrik yang

dihasilkan menjadi lebih besar. Modul *LDR* sensor sering digunakan dalam aplikasi seperti deteksi cahaya, deteksi tingkat kegelapan, dan pengontrol cahaya. Pada proyek Arduino, modul *LDR* sensor dapat dengan mudah terhubung ke pin analog Arduino untuk membaca sinyal listrik yang dihasilkan dan memproses data tersebut untuk menentukan tingkat cahaya yang ada.



*Gambar 2. 16 LDR Sensor Module*

i. *LED Dot Laser*

*LED dot laser* adalah jenis laser yang menghasilkan titik laser dengan menggunakan *LED* (*Light Emitting Diode*) sebagai sumber cahaya. Laser ini biasanya digunakan untuk aplikasi penandaan, presentasi, atau hiburan. Keunggulannya adalah dapat beroperasi dengan tegangan rendah dan hemat energi. Laser ini dapat dikombinasikan dengan sensor *LDR* menjadi sistem sensor halangan dengan konfigurasi laser sebagai sumber cahaya dan *LDR* sebagai sensor perubahan intensitas cahaya untuk mendeteksi halangan. Dalam sistem ini, *LED dot laser* memancarkan sinar laser dan *LDR* memantau cahaya laser. Bila ada objek yang menghalangi sinar laser, maka cahaya laser akan terhambat dan tingkat cahaya

yang diterima oleh *LDR* akan berkurang. Hal ini akan memicu *LDR* untuk mengirimkan sinyal yang memicu sistem untuk memberikan respon yang sesuai.



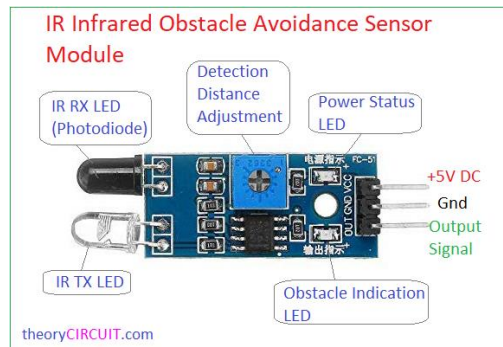
Gambar 2. 17 LED Dot Laser

j. *Obstacle Sensor Module*

*Obstacle sensor* adalah perangkat yang dapat digunakan untuk memantau lingkungan sekitarnya dan memberikan informasi jika terdeteksi adanya hambatan atau halangan. *Obstacle sensor* dapat berupa sensor *ultrasonic*, *infrared*, atau *laser*. Sensor *ultrasonic* mengirim gelombang suara dan memantau waktu yang diperlukan untuk gelombang suara mencapai hambatan dan kembali, sementara sensor *infrared* dan *laser* mengirim sinyal inframerah atau laser dan memantau intensitas sinyal yang diterima setelah terpantul dari hambatan. *Infrared obstacle sensor* juga dapat digunakan untuk menghitung *RPM* (*revolutions per minute*) suatu benda berputar. Caranya adalah dengan memasang *infrared obstacle sensor* di lokasi yang tepat dan mengarahkannya ke benda yang berputar. Sensor ini akan mendeteksi setiap putaran benda dan menghitung jumlah putaran dalam satu menit. Informasi ini dapat



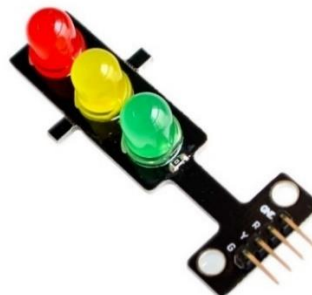
diteruskan ke mikrokontroler seperti Arduino, yang kemudian dapat mengolah data dan menghitung *RPM* dengan tepat. Hasil dari penghitungan *RPM* dapat diterima melalui komunikasi serial, atau ditampilkan pada layar *LCD*.



Gambar 2. 18 IR Obstacle Sensor Module

k. LED Traffic Light Module

Modul ini terdiri dari tiga buah *LED* 8 mm berwarna hijau, kuning dan merah yang disusun secara vertikal. Tegangan kerja yang dibutuhkan untuk menggunakan modul ini sebesar 5 VDC sedangkan untuk tegangan negatifnya digabungkan menjadi satu pada pin *ground*. Tiap *LED* pada modul ini sudah dilengkapi dengan resistor yang berfungsi untuk membatasi arus sehingga *LED* tidak rusak.



Gambar 2. 19 LED Traffic Light Module



### l. *Intermittent Buzzer*

*Intermittent buzzer* adalah jenis *buzzer* yang memiliki fungsi untuk mengeluarkan suara intermiten atau suara yang berulang-ulang secara berkala. *Buzzer* ini biasanya digunakan pada berbagai aplikasi seperti pemberitahuan suara, alarm, dan lain-lain. Buzzer intermiten terdiri dari dua bagian utama, yaitu *driver* dan membran. *Driver* bertugas untuk membangkitkan sinyal suara dan memperluas sinyal listrik menjadi suara melalui membran. Membran memiliki karakteristik seperti *speaker* dan memiliki fungsi untuk memperkuat sinyal listrik menjadi suara yang terdengar. Dengan memvariasikan tingkat frekuensi dan amplitudo pulsa yang diterima, maka dapat mempengaruhi frekuensi dan volume suara yang dihasilkan oleh *buzzer*.



Gambar 2. 20 Intermittent Buzzer

### m. *SCR Dimmer AC 220 V*

*SCR* adalah keluarga dari komponen semikonduktor *Thyristor* dan pertama kali ditemukan pada tahun 1956. *SCR* memiliki kemampuan untuk mengatur tegangan dan daya tinggi pada suatu perangkat. Karena itu *SCR* atau *Thyristor* sering juga digunakan

sebagai saklar maupun sebagai pengendali daya. Perangkat ini bekerja dengan mengontrol sudut *firing* dari sebuah *thyristor* yang bertindak sebagai *switch* untuk mengatur jumlah arus yang mengalir melalui beban. Saat tegangan AC 220V diterapkan pada *SCR dimmer*, sudut *firing* disesuaikan untuk mengontrol jumlah daya yang diterima oleh beban. Komponen ini terbuat dari bahan semikonduktor seperti yang ada pada dioda. Berbeda dengan dioda biasa yang memiliki dua kaki yaitu kaki anoda dan katoda, *SCR* ini memiliki tiga buah kaki atau terminal. Selain anoda dan katoda, *SCR* mempunyai satu kaki tambahan yang disebut sebagai terminal *gate* atau gerbang.

Secara struktur, *SCR* terdiri dari 4 lapisan semikonduktor yaitu PNPN (Positif-Negatif-Positif-Negatif) sehingga sering disebut dengan nama PNPN *Trioda*. Terminal “*gate*” yang berfungsi sebagai pengendali terletak pada lapisan semikonduktor tipe-P yang berdekatan dengan terminal “Katoda”. Cara kerja *SCR* hampir sama dengan sambungan dua buah transistor (*bipolar junction transistor*). Pada prinsipnya cara kerja *SCR* sama seperti dioda biasa, namun pada *SCR* membutuhkan tegangan positif pada kaki *gate* untuk dapat mengaktifkan komponen (*trigger*). Ketika kaki *gate* diterapkan tegangan positif sebagai pemicu (*trigger*) maka *SCR* akan berada dalam kondisi ON. kedua terminal *SCR* Anoda (A) dan Katoda (K) akan terhubung seperti sebuah saklar yang tertutup. Sehingga arus listrik dapat mengalir melewati *SCR*

melalui kaki katoda ke anoda. Setelah SCR berada dalam kondisi ON maka selamanya akan ON/ aktif meskipun tegangan positif pada kaki *gate* yang berfungsi sebagai pemicu (*trigger*) dihentikan. Agar SCR kembali berada dalam kondisi OFF, arus maju Anoda-Katoda harus dikurangi hingga berada dibawah titik  $I_h$  (*Holding Current*) SCR. Nilai  $I_h$  / *holding current* SCR merupakan tegangan/ arus minimum SCR aktif. Besarnya arus *holding* atau  $I_h$  sebuah SCR bisa dilihat pada *datasheet* SCR yang digunakan tersebut. Karena tiap seri / jenis SCR memiliki ambang batas arus *holding* yang berbeda-beda. Namun, pada dasarnya untuk mengembalikan SCR ke kondisi OFF, hanya perlu menghentikan aliran arus maju Anoda-Katoda ke titik nol.

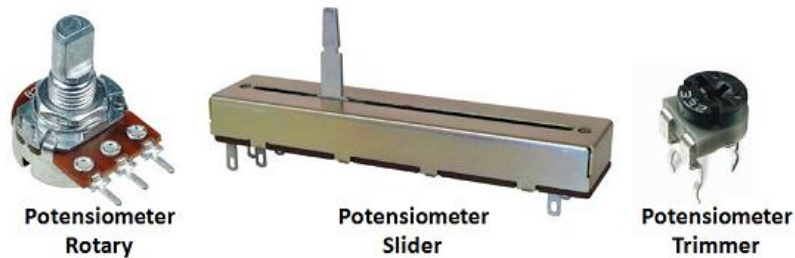


Gambar 2. 21 SCR Dimmer AC 220 V

#### n. Potensiometer

Potensiometer adalah jenis resistor yang nilai tahanan atau hambatannya dapat diubah atau diatur (*adjustable*). Potensiometer memiliki 3 terminal, 2 terminal terhubung ke kedua ujung elemen resistif, dan terminal ketiga terhubung ke kontak geser yang disebut

wiper. Posisi wiper yang menentukan tegangan keluaran dari potensiometer.



Gambar 2. 22 Jenis-Jenis Potensiometer

o. *Toggle Switch*

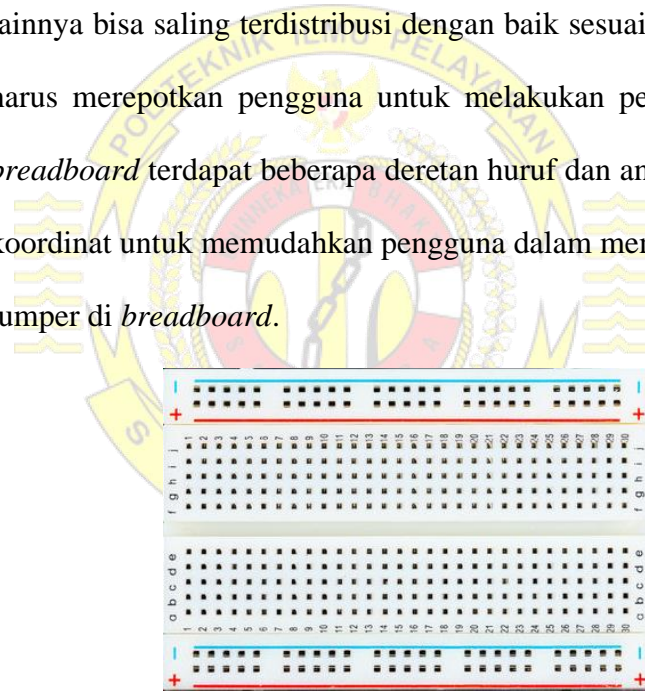
*Toggle switch* adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik. Toggle switch memiliki beberapa konfigurasi kontak, seperti *SPST* (*Single Pole Single Throw*), *SPDT* (*Single Pole Double Throw*), dan *DPDT* (*Double Pole Double Throw*). *SPST* hanya memiliki satu kontak untuk memutuskan atau menghubungkan sirkuit, sementara *SPDT* memiliki dua kontak yang dapat digunakan untuk memilih antara dua sirkuit yang berbeda. *DPDT* memiliki dua kontak untuk memutuskan atau menghubungkan dua sirkuit yang berbeda.



Gambar 2. 23 Toggle Switch

p. *Mini Breadboard*

*Breadboard* merupakan papan yang digunakan untuk membuat prototipe rangkaian elektronik. Ada beberapa orang yang menyebutnya *project board* bahkan *protoboard (prototype board)*. Pada arah vertikal masing-masing lubang saling berhubungan, namun tidak untuk arah horizontal. *Breadboard* berfungsi sebagai konduktor listrik sekaligus tempat melekatkan kabel jumper atau *header pin male* agar arus listrik dari komponen satu ke komponen lainnya bisa saling terdistribusi dengan baik sesuai keinginan tanpa harus merepotkan pengguna untuk melakukan penyolderan. Pada *breadboard* terdapat beberapa deretan huruf dan angka sebagai titik koordinat untuk memudahkan pengguna dalam memposisikan kabel jumper di *breadboard*.



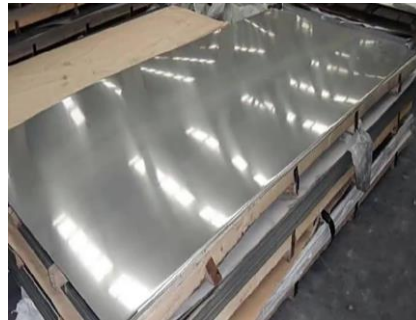
Gambar 2. 24 Mini Breadboard

q. *Plat Stainless Steel*

*Stainless steel* adalah bahan komposit yang terdiri dari logam besi, krom, dan unsur lain seperti nikel dan *molybdenum*. Plat *stainless steel* adalah lembaran logam dengan tebal tertentu yang terbuat dari bahan *stainless steel*. Plat *stainless steel* memiliki



lapisan pelindung yang melindungi logam dari kerusakan akibat korosi dan oksidasi.



*Gambar 2. 25 Plat Stainless Steel*

r. *Rotating Selector Valve*

*Rotating selector valve* terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu *casing*, rotor, *port* dan motor *stepper*. *Casing* berfungsi sebagai penahan bagian-bagian *valve* dan membungkus rotor. Rotor berputar secara berkala dan memiliki lubang/ *port* yang digunakan untuk mengalirkan fluida. *Rotating selector valve* bekerja dengan cara memutar rotor secara berkala sehingga lubang-lubang/ *port* membuka dan menutup secara bergantian. Posisi rotor dan *port* dapat diatur dengan presisi menggunakan *motor stepper* untuk memastikan bahwa fluida diteruskan ke tempat yang tepat.



*Gambar 2. 26 Rotating Selector Valve*

s. Konektor *Elbow* Plastik

Konektor *elbow* plastik merupakan jenis konektor selang yang biasa digunakan untuk menghubungkan dua selang dengan sudut belokan 90 derajat.



Gambar 2. 27 Konektor *Elbow*

t. Selang 5/16 Inchi

Selang 5/16 inci adalah selang fleksibel yang digunakan untuk menyalurkan cairan atau gas. Ukurannya mengacu pada diameter luarnya, yang berarti sekitar 5/16 inci atau 7,938 milimeter. Selang 5/16 inci biasanya terbuat dari bahan plastik atau karet yang fleksibel dan tahan terhadap tekanan dan suhu yang berbeda. Selang ini memiliki fleksibilitas yang baik sehingga mudah untuk membentuk dan menyesuaikan posisi selang untuk memenuhi kebutuhan instalasi.



Gambar 2. 28 Selang 5/16 Inchi



u. Tabung Transparan

Tabung transparan adalah sebuah tabung yang terbuat dari bahan seperti kaca atau plastik yang memiliki kemampuan membiaskan cahaya sehingga memungkinkan untuk melihat objek atau fluida yang berada di dalamnya.



*Gambar 2. 29 Tabung Transparan*

v. Pompa Vakum

Pompa vakum adalah alat yang digunakan untuk membuat vakum atau tekanan negatif pada suatu sistem tertutup. Pompa vakum bekerja dengan menghilangkan atau membuang udara atau gas dari sistem tertutup, sehingga tekanan dalam sistem menjadi lebih rendah dibandingkan dengan lingkungan sekitarnya.



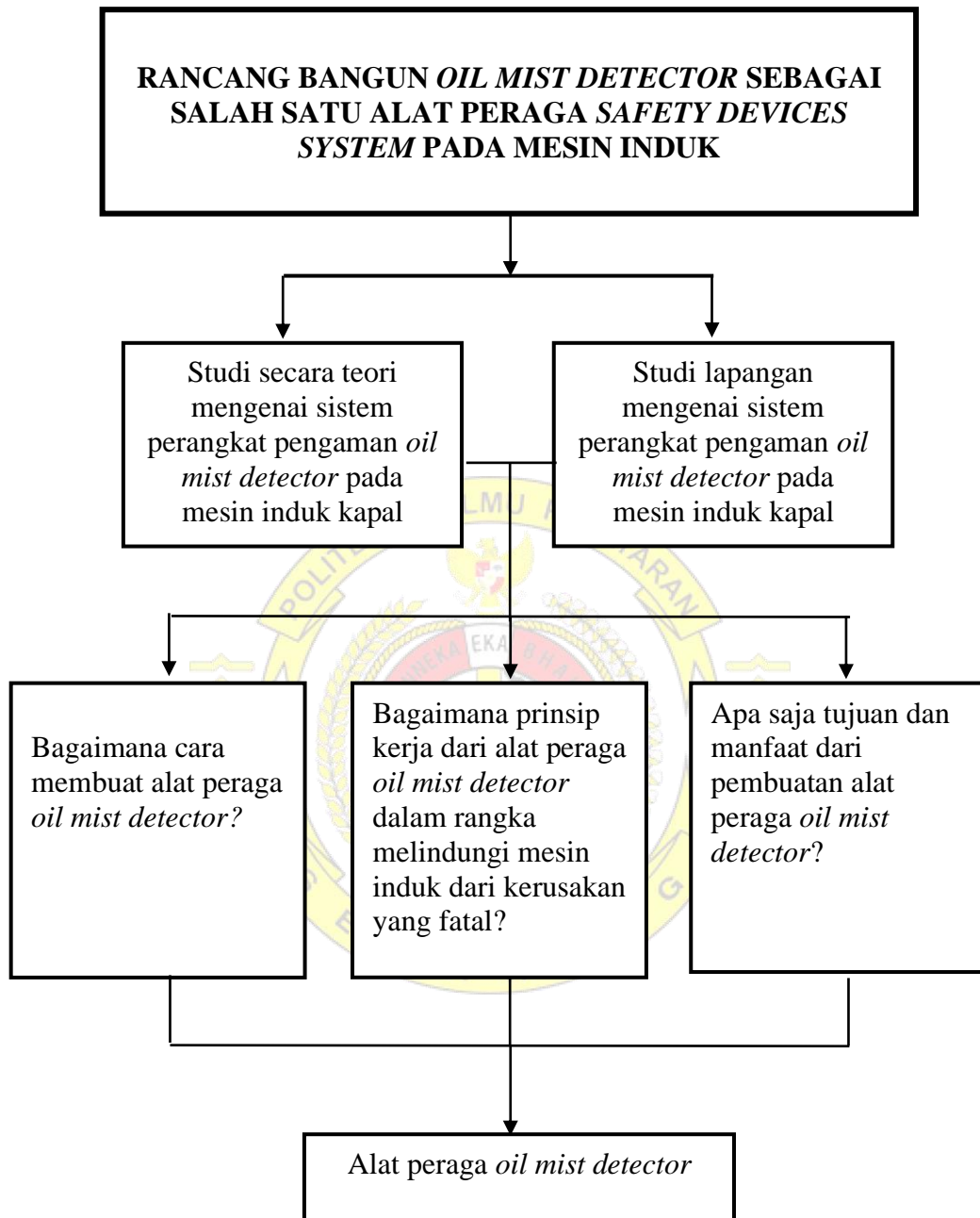
*Gambar 2. 30 Vacuum Pump HP-555*

## 6. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah studi atau penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya mengenai topik yang sama atau serupa dengan penelitian yang sedang dilakukan. Penelitian terdahulu bertujuan untuk memberikan dasar dan pandangan tentang topik yang sedang diteliti, membantu menentukan metode dan desain penelitian, memvalidasi hipotesis dan konsep, serta menghindari duplikasi penelitian. Berikut peneliti sajikan dua penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian dan pengembangan *oil mist detector*, yaitu:

Tabel 2. 2 *Review* Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul penelitian	Hasil penelitian
1.	M. Norgia, A. Pesatori (2017)	<i>Simple Optical Method for Measuring Oil-Mist Lubrication</i>	Dalam penelitian ini, para peneliti mengembangkan sebuah sistem deteksi <i>oil mist</i> menggunakan metode <i>optical sensoric</i> yang dapat mengukur kadar kabut minyak sesuai intensitas cahaya yang mengenai permukaan <i>photodiode</i> .
2.	Zhixian Yuan, Xueyan Lin (2013)	<i>Design of Detection and Control of Oil mist Lubricating System</i>	Dalam penelitian ini, para peneliti mengembangkan sebuah sistem deteksi <i>oil mist</i> berbasis mikroprosesor LPC2214 dari keluarga ARM7 untuk mesin industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem menyelesaikan deteksi multi-parameter secara efektif dan data pengukuran ditampilkan pada sebuah LCD guna membantu operator mengawasi kinerja mesin.

**B. Kerangka Pikir**

### C. Hipotesis

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), hipotesis merupakan “sesuatu yang dianggap benar untuk alasan atau pengutaraan pendapat (teori, proposisi, dan sebagainya) meskipun kebenarannya masih harus dibuktikan”. Hipotesis juga dapat diartikan sebagai anggapan dasar yang bersifat praduga yang bisa benar bisa juga salah. Hipotesis penting dalam proses ilmiah karena memungkinkan peneliti untuk menguji gagasan dan memprediksi apa yang diharapkan untuk diamati dalam sebuah penelitian. Hipotesis juga membantu mengurangi bias dan mempermudah interpretasi hasil penelitian. Jika hipotesis terbukti benar melalui penelitian yang tepat, maka hal itu bisa menjadi dasar bagi penemuan baru dan pemahaman yang lebih baik tentang fenomena yang diteliti. Namun jika hipotesis terbukti salah, maka hal itu dapat membantu peneliti untuk memodifikasi atau mengubah hipotesis dan melanjutkan penelitian. Dengan demikian, hipotesis merupakan komponen penting dalam proses penelitian yang berkualitas, membantu mengarahkan dan memvalidasi hasil penelitian.

Berdasarkan kerangka pikir yang telah peneliti jelaskan sebelumnya, maka peneliti ajukan hipotesis sebagai jawaban sementara terhadap *research problem* yang ada dengan pernyataan sebagai berikut:

1. Alat peraga *oil mist detector* efektif untuk mensimulasikan cara kerja sistem pengamanan mesin induk dari potensi *crankcase explosion*.
2. Dengan adanya sistem perangkat pengaman pada mesin induk, maka tingkat keselamatan mesin bertambah sehingga mendukung kelancaran operasional kapal.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta pembahasan yang telah diuraikan pada karya tulis skripsi ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat peraga *oil mist detector* dibuat dengan bahan dasar *plat stainless steel* yang dibentuk menyerupai mesin diesel 2 tak yang banyak digunakan sebagai penggerak utama kapal. Kemudian model alat peraga tersebut dikombinasikan dengan komponen-komponen elektronik yang disetting sedemikian rupa sehingga dapat memproyeksikan sistem kerja *oil mist detector* layaknya dikapal. Proses pembuatannya diawali dengan identifikasi kebutuhan kemudian membuat desain konseptual mengenai konstruksi mekanik dan sistem kontrol elektroniknya. Setelah itu semua komponen dirakit sesuai desain atau konsep yang telah dibuat. Langkah berikutnya adalah melakukan pemrograman pada mikrokontroler Arduino Uno melalui aplikasi Arduino IDE sembari menguji output yang dihasilkan dari program tersebut sampai didapatkan hasil yang sesuai keinginan.
2. Alat peraga *oil mist detector* dirancang untuk mendemonstrasikan sistem kerja perangkat *oil mist detector* dalam rangka mengukur kadar kabut minyak yang ada pada ruang engkol mesin induk menggunakan sensor LDR dan laser LED. *Flywheel* pada miniatur mesin induk didesain agar dapat berputar maju atau mundur dengan pengaturan

kecepatannya melalui input potensiometer. Pada saat miniatur mesin induk beroperasi, unit *oil mist detector* memantau kadar kabut minyak yang dihasilkan mesin induk pada ruang engkol. Di tengah pengoperasian miniatur mesin induk, peneliti munculkan kabut minyak dalam jumlah tertentu melalui proses pemanasan elemen yang diatur melalui SCR dimmer. Kabut minyak tersebut dihisap oleh pompa vakum pada unit *oil mist detector* melewati *rotating selector valve* dan tabung transparan. Ketika kabut minyak mencapai tabung transparan dan terkumpul dalam jumlah tertentu, maka sinar laser LED akan tereduksi dan menyebabkan resistansi sensor LDR meningkat hingga pada waktunya akan menyalakan alarm bahwa kadar kabut/ asap minyak berlebihan. Saat kabut minyak terdeteksi berlebihan, maka Arduino memerintahkan *stepper* motor penggerak *fly wheel* untuk berhenti kemudian menghidupkan buzzer. Selama kondisi alarm ini, motor *stepper* tidak akan dapat dioperasikan dan buzzer terus berbunyi sampai permasalahan kabut minyak teratasi dan tombol reset pada Arduino ditekan.

3. Model *oil mist detector* yang peneliti buat dapat dimanfaatkan sebagai media belajar khususnya untuk taruna-taruni PIP Semarang.

## **B. Saran**

Alat peraga *oil mist detector* yang peneliti buat masih terdapat banyak kekurangan dalam hal akurasi pembacaan kadar kabut minyak serta pengontrolan gerakan motor *stepper* sehingga perlu disempurnakan lebih



lanjut lagi. Selain itu, alat peraga *oil mist detector* perlu diuji cobakan untuk mengukur kadar kabut minyak pada objek lain.

### C. Keterbatasan Penelitian

1. Arduino Uno adalah sebuah mikrokontroler dengan inti/ *core* tunggal yang memiliki kemampuan pemrosesan data yang terbatas dibandingkan dengan mikrokontroler atau mikroprosesor yang lebih canggih. Hal ini dapat menjadi keterbatasan dalam penelitian rancang bangun alat peraga *oil mist detector* yang kompleks dan membutuhkan pengolahan data yang cukup rumit.
2. Keterbatasan peneliti terhadap pemahaman tentang Bahasa pemrograman cukup menyulitkan peneliti dalam merealisasikan alat peraga *oil mist detector*, khususnya pada tahap pemrograman. Namun hal ini dapat diminimalisir dengan cara berkonsultasi dengan pemrogram yang lebih berpengalaman baik secara langsung maupun melalui forum *online Arduino*.
3. Di mess yang menjadi tempat tinggal peneliti selama di Semarang tidak tersedia peralatan yang diperlukan sehingga cukup mengambat dalam merealisasikan pembuatan alat peraga *oil mist detector*.
4. Keterbatasan waktu dan biaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anuraga, G., Indrasetianingsih, A., & Athoillah, M. (2021). *Pelatihan pengujian hipotesis statistika dasar dengan software r*. BUDIMAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(2), 327-334.
- Haryati, S. 2012. *Research and Development (R&D) sebagai salah satu model penelitian dalam bidang pendidikan*. Majalah Ilmiah Dinamika.
- Kamelia, L., Sukmawiguna, Y., & Adiningsih, N. U. (2017). *RANCANG BANGUN SISTEM EXHAUST FAN OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR LIGHT DEPENDENT RESISTOR (LDR)*. JURNAL ISTEK, 10(1).
- Kurniawan, S. A., & Taufik, M. (2021). *Rancang Bangun Solar Tracker Sumbu Tunggal Berbasis Motor Stepper Dan Real Time Clock*. Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa, 26(1), 1-12.
- Luthfiyah, M. F. &. 2018. *Metodologi penelitian: Penelitian kualitatif, tindakan kelas & studi kasus*. CV Jejak Publisher. Sukabumi.
- Mirzaqon, A., & Purwoko, B. 2018. *Studi Kepustakaan Landasan Teori*. Jurnal UNS. 3.
- Muhammad Syuhudi Ismail. 2018. *Strategi dan Teknik Penulisan Skripsi*. Grup Penerbitan CV Budi Utama. Yogyakarta
- Sugiyono, P. D. 2017. *Metode penelitian bisnis: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, kombinasi, dan R&D*. Penerbit CV Alfabeta. Bandung.
- Suoth, V. A., Mosey, H. I., & Telleng, R. C. (2018). *Rancang bangun alat pendeteksi intensitas cahaya berbasis Sensor Light Dependent Resistance (LDR)*. Jurnal MIPA, 7(1), 47-51.
- WIDENTA, J. D. (2019). *ANALISIS OIL MIST DETECTOR SYSTEM PADA MESIN INDUK DI MT. KARTIKA SEGARA* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG).

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

- |                          |                      |  |   |
|--------------------------|----------------------|--|---|
| 1. Nama                  | :                    | Muhammad Mubarok   |  |
| 2. Tempat, Tanggal Lahir | :                    | Tegal, 18 Mei 1999   |   |
| 3. NIT                   | :                    | 551811216650 T   |   |
| 4. Agama                 | :                    | Islam  |   |
| 5. Jenis Kelamin         | :                    | Laki-laki  |   |
| 6. Golongan Darah        | :                    | B+   |   |
| 7. Alamat                | :                    | Jl. Nanas no. 72 RT 04/ RW 02 Desa Grobog<br>Kulon Kec. Pangkah Kab. Tegal |   |
| 8. Nama Orang tua        |                      |  |   |
|                          | Ayah                 | :  | Muhamad Taukhid   |
|                          | Ibu                  | :  | Lis Margawati   |
| 9. Alamat                | :                    | Jl. Nanas no. 72 RT 04/ RW 02 Desa Grobog<br>Kulon Kec. Pangkah Kab. Tegal |   |
| 10. Pendidikan           |                      |  |   |
|                          | SD                   | :  | MI Nurul Ummat Grobog Kulon 2006 – 2012   |
|                          | SMP                  | :  | SMP plus NU Penawaja tahun 2012 – 2015  |
|                          | SMA                  | :  | SMK N 1 Adiwerna, tahun 2015 - 2018   |
|                          | Perguruan Tinggi     | :  | PIP Semarang, tahun 2018 - 2023   |
| 11. Praktek Laut         |                      |  |   |
|                          | Perusahaan Pelayaran | :  | PT. Andhika Samudera Internusa  |
|                          | Nama Kapal           | :  | MV. Andhika Kanishkaa   |
|                          | Masa Layar           | :  | 26 November 2020 – 2 Desember 2021  |

## LAMPIRAN 1

## Ship Particular

## SHIP'S PARTICULARS

<b>Name of Ship</b>		MV. ANDHIKA KANISHKA (ex name: GHENT MAX ex: BUNGA SAGA TUJUH)																			
<b>Owner</b>		PT. Andhika Samudera Internusa																			
<b>Manager</b>		PT. Adnyana - Email to : ship.management@andhika.com																			
<b>Operator</b>		PT. Andhika Lines - Email to : ship.operation@andhika.com																			
<b>Address</b>		Menara Kadin Indonesia(20th floor) Jl.H.Rasuna Said Blok X-5 Kav 2&3 Kuningan Jakarta 12950,Indonesia Telp: +62-21-5227220 Fax: +62-21-5227221 Website : www.andhika.com																			
<b>Nationality</b>	Indonesia	<b>Gross Tonnage (1969)</b>	38,489	gt																	
<b>Port of registry</b>	Jakarta	<b>Net Tonnage</b>	24,721	nt																	
<b>Official No.Indonesia</b>	2016 Pst No.9073/L - 0138489 No.4125/Ba	<b>Panama GRT/NRT</b>	39,843/37282	gt/nt																	
<b>Call Sign</b>	Y B G C 2	<b>Suez GRT / NRT</b>	39,843/37282	gt/nt																	
<b>IMO No.</b>	9164641	<b>Block Coefficient (Summer)</b>	0,8393																		
<b>MMSI No.</b>	525 006404	<b>LOA</b>	225.00	m																	
<b>Type of Ship</b>	Panamax - Bulk Carrier	<b>LBP</b>	216.00	ft																	
<b>Service Speed</b>	About 10 Kts - Laden	<b>Light Ship</b>	10,026.00	kt																	
	About 11 Kts - Ballast	<b>Moulded Breadth</b>	32.26	m																	
<b>Builder</b>	Yokosuka-Sumitomo Heavy Industry-Jpn	<b>Moulded Depth</b>	19.20	m																	
<b>SHIP No.</b>	1231	<b>Summer Draft</b>	13,871	m																	
<b>Keel Laying Date</b>	22 December 1997	<b>Summer DWT</b>	73,220.00	kt																	
<b>Launching date</b>	21 March 1998	<b>Summer Displacement</b>	83,246.00	kt																	
<b>Delivery date</b>	19 May 1998	<b>Summer TPC Loaded</b>	65.40	t/cm																	
<b>Class / ID No.</b>	Bureau Veritas(BV)-08120D	<b>Summer TPC Ballast</b>	59.00	t/cm																	
<b>P&amp;I Club</b>	Swedish Club	<b>FWA non Timber</b>	317.000	m																	
<b>Main Engine</b>																					
Diesel United Sulzer 7RTA48T- M.C.R output 11,400 PS x 114 rpm - Normal Output 10,260 PS x 110 rpm																					
<b>Diesel Generators</b>																					
Yanmar type 6N18L-UN / 400 kW at 720 rpm / Generator 440 V/60hz/500Kva (3 set)																					
<b>Propeller</b>																					
1 set : type : 4 Bladed,aerofoil section,solid,Keyless type : Dia : 6200 mm : Pitch 0,7R : Area : 14,79 m2																					
<b>Turbo Charger</b>																					
1 set : type : IHI-ABB VTR564D																					
<b>Auxiliary Boiler</b>																					
Aalborg(Qingdao) Boiler co.ltd : type GCS19M : Vertical type water tube composite boiler																					
<b>Steering Gear</b>																					
Mitsubishi - type DF 125 : max limit rudder angle 37,5 deg																					
<b>Rudder</b>																					
Type : Semi - Spade(Mariner), Stream lined double plate hanging type, projected area : 35,3 m2																					
<b>Emergency Generator</b>																					
MAN D0226MLE -159PS/1800 rpm / 100 kW																					
<b>Hatch covers</b>																					
Nakata Mac Cop- Steel Hatch Cover - Side Rolling Type :																					
<b>Anchor &amp; Chain</b>																					
Anchor : 2x Kiyomoto Co.ltd KHAC-14type stockless Anchor: 7,875 kg. Chain: Hamanaka chain Jpn : 660 mtrs																					
<b>FREEBOARD MARK &amp; DEADWEIGHT SCALE</b>																					
<b>International Load line</b>	<b>Freeboard</b>	<b>Draught</b>	<b>Deadweight</b>	<b>Displacement</b>	<b>TPC</b>																
	Metres	Metres	Tonnes	Tonnes	mt/cm																
TF Tropical Fresh	4,761	14,477	75,066	87,174	65.77																
F Fresh	5,050	14,188	73,212	85,266	65.59																
T Tropical SW	5,078	14,160	75,110	85,136	65.58																
S Summer SW	5,367	13,871	73,220	83,239	65.40																
W Winter	5,656	13,582	71,329	81,342	65.22																
<b>CARGO HOLD &amp; HATCH</b>																					
<b>Compartment</b>	<b>CAPACITIES(100%)</b>		<b>DIMENSION (L x B x H)-Meter</b>		<b>FUEL OIL CAPACITY ( HFO )</b>																
	Cubic Meters	Cubic Feet	Cargo Hold	Hatch Cover	Cbm																
No.1 C/Hold & Hatch	11,256.3	397.513	25 x 29 x 22,3	16.29 x 13.36	Diesel Oil	2,387															
No.2 C/Hold & Hatch	12,795.8	451.879	24 x 31 x 21	16.29 x 15.03	Lubricating Oil	215.70															
No.3 C/Hold & Hatch	13,232.0	467.284	25 x 31 x 21	16.29 x 15.03	Cylinder Oil Storage	52.60															
No.4 C/Hold & Hatch	12,118.9	427.975	23 x 31 x 21	16.29 x 15.03	Fresh Water	27.90															
No.5 C/Hold & Hatch	13,232.0	467.284	25 x 31 x 21	16.29 x 15.03	Dirty Bilge	296.00															
No.6 C/Hold & Hatch	12,780.7	451.346	24 x 31 x 21	16.29 x 15.03	Bilge	14.40															
No.7 C/Hold & Hatch	11,764.2	415.449	25 x 31 x 21	16.29 x 15.03	Bilge	12.20															
Total C/Hold & Hatch	87,179.9	3,078,730			Ballast excluding CH#4	20,422.4															
					Ballast including CH#4	32,560.3															
					Cargo Hold no.4 Ballast	12,137.9															
<b>CONSUMPTION</b>																					
<b>Sailing/Laden :</b>			Distance from Bridge to Forward/forecastle : 196 mtrs/ 664.7 inch																		
Main Engine : 26 MT/Day (HFO)			Distance from Bridge to Aft side : 28.53mtrs/ 93.60 inch																		
Auxiliary Engine : 1,30 MT/Day (HFO)			Air Draft : 50.2 Mtrs																		
<b>Sailing/ Ballast :</b>			Ship's Email : andhika.kanishka@andhika.onsatmail.com																		
Main Engine : 24 MT/day (HFO)			: mv.kanishka@andhika.com																		
Auxiliary Engine : 1,30 MT/Day (HFO)			Satelite phone FBB : (077) - 870- 7739 91944																		
<b>In Port- Idle :</b>			Mobile phone : +62 0811 9426 892																		
Boiler : 1,10 MT/Day (HFO)			Whatsapp : +62 0811 9426 892																		
Fresh water : na- ton/Day - Production			Telegram : +62 0811 9426 892																		
Fresh water : 10-13 ton/Day - Consumption			Internal Communication by VHF portable CH.68																		
<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align:center"><b>MV ANDHIKA KANISHKA</b></td> </tr> <tr> <td>Flag</td> <td>Indonesia</td> </tr> <tr> <td>IMO No.</td> <td>9164641</td> </tr> <tr> <td>Call Sign</td> <td>YBGC2</td> </tr> <tr> <td>LOA</td> <td>225.00</td> </tr> <tr> <td>NRT</td> <td>24721</td> </tr> <tr> <td>GRT</td> <td>39843</td> </tr> <tr> <td>DWT</td> <td>73220</td> </tr> </table>						<b>MV ANDHIKA KANISHKA</b>		Flag	Indonesia	IMO No.	9164641	Call Sign	YBGC2	LOA	225.00	NRT	24721	GRT	39843	DWT	73220
<b>MV ANDHIKA KANISHKA</b>																					
Flag	Indonesia																				
IMO No.	9164641																				
Call Sign	YBGC2																				
LOA	225.00																				
NRT	24721																				
GRT	39843																				
DWT	73220																				
Believe all information above are true but no guarantee																					



## LAMPIRAN 2

### Hasil Uji Validasi Tim Ahli

#### SURAT KETERANGAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Dr. Andy Wahyu Hermanto, M.T.  
 NIP. : 19791212 200012 1 001  
 Jabatan : Kepala Pusat Pembinaan Mental Moral Dan Kesemestaan  
 PIP Semarang

Setelah membaca instrumen penelitian yang berjudul "Rancang Bangun *oil mist detector* sebagai salah satu alat peraga *safety devices system* pada mesin induk", oleh peneliti:

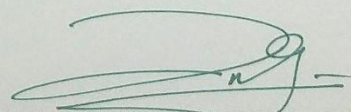
Nama : Muhammad Mubarak  
 NIT. : 551811216621 T  
 Prodi : Teknika

Setelah memperhatikan butir-butir instrumen berdasarkan kisi-kisi instrumen, maka instrumen ini \*) belum/ telah siap diuji cobakan dengan saran-saran sebagai berikut:

- 1.....
  - 2.....
  - 3.....
  - 4.....
  - 5.....
- Rancang Bangun sudah baik & bagus  
 Agar disempurnakan lagi terkait sistem  
 programnya*

\*) Coret yang tidak perlu

Validator



Dr. ANDY WAHYU HERMANTO, M.T.  
 Penata Tingkat I (III/d)  
 NIP. 19791212 200012 1 001

### LAMPIRAN 3

#### Hasil Cek Similarity

**SURAT KETERANGAN HASIL CEK SIMILIARITY  
NASKAH SKRIPSI/PROSIDING  
No. 1204/SP/PERPUSTAKAAN/SKHCP/03/2023**

---

Petugas cek *similarity* telah menerima naskah skripsi/prosiding dengan identitas:

Nama : MUHAMMAD MUBAROK  
NIT : 551811216650 T  
Prodi/Jurusan : TEKNIKA  
Judul : RANCANG BANGUN *OIL MIST DETECTOR* SEBAGAI SALAH SATU ALAT PERAGA *SAFETY DEVICES SYSTEM* PADA MESIN INDUK

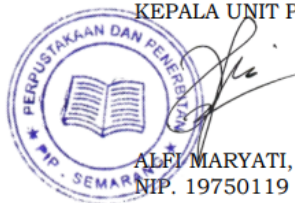
Menyatakan bahwa naskah skripsi/prosiding tersebut telah diperiksa tingkat kemiripannya (*index similarity*) dengan skor/hasil sebesar 19%\* (Sembilan Belas Persen).

Hasil cek *similarity* yang terdata di atas semata-mata hanya untuk mengecek duplikasi tulisan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 2 Maret 2023

KEPALA UNIT PERPUSTAKAAN & PENERBITAN



ALFI MARYATI, SH  
NIP. 19750119 199803 2 001

\*Catatan:

> 30 % : "Revisi (Konsultasikan dengan Pembimbing)"