



**RANCANG BANGUN SISTEM SPRINKLE AIR OTOMATIS  
PADA CONVEYOR DI PELABUHAN GUNA MENGURANGI  
POLUSI UDARA AKIBAT DEBU BATU BARA YANG  
BERTERBANGAN**

**LAPORAN PROYEK**

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

**Oleh**

**FENDY PRADIPTA RACHMAN**  
**NIT. 572011217604 T**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
TEKNIKA  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG  
TAHUN 2024**



**RANCANG BANGUN SISTEM SPRINKLE AIR OTOMATIS PADA  
CONVEYOR DI PELABUHAN GUNA MENGURANGI POLUSI UDARA  
AKIBAT DEBU BATU BARA YANG BERTERBANGAN**

**LAPORAN PROYEK**

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

**Oleh**

**FENDY PRADIPTA RACHMAN**  
**NIT. 572011217604 T**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
TEKNIKA  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG  
TAHUN 2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### RANCANG BANGUN SISTEM SPRINKLE AIR OTOMATIS PADA CONVEYOR DI PELABUHAN GUNA MENGURANGI POLUSI UDARA AKIBAT DEBU BATU BARA YANG BERTERBANGAN

Disusun Oleh : FENDY PRADIPTA RACHMAN  
NIT. 572011217604 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2024

Dosen Pembimbing I  
Materi

Dosen Pembimbing II  
Metodelogi dan Penulisan

H. AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E  
Pembina Tk.I (IV/b)  
NIP. 19641212 199808 1 001

RIYADINI UTARI, M.Si  
Penata Muda Tk. I (III/b)  
NIP. 19950318 202012 2 015

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknika

Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T, M.Mar.E  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19730331 200604 1 001

**HALAMAN PENGESAHAN**

Proyek dengan judul “**Rancang Bangun Sistem *Sprinkle* Air Otomatis Pada Conveyor di Pelabuhan Guna Mengurangi Polusi Udara Akibat Debu Batu Bara yang Berterbangan**” karya :

Nama : Fendy Pradipta Rachman

NIT : 572011217604

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, pada hari ....., tanggal ..... 2024.

Semarang, 2024

**PENGUJI**

Penguji I : **Dr. ANDY WAHYU HERMANTO M.T.**  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19791212 200012 1 001 .....

Penguji II : **AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E**  
Pembina Tk.I (IV/b)  
NIP. 19641212 199808 1 001 .....

Penguji III : **Capt. INDAH SARASWATI., S. Pd., M.T., M.Mar**  
Penata (III/c)  
NIP. 19830911 200912 1 003 .....

Mengetahui,

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

**Capt. SUKIRNO, M.M.Tr., M.Mar.**  
Pembina Tk. I (IV/b)  
NIP. 19671210 199903 1 001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fendy Pradipta Rachman

NIT : 572011217604

Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa proyek yang saya buat dengan judul “**Rancang Bangun Sistem *Sprinkle* Air Otomatis Pada *Conveyor* di Pelabuhan Guna Mengurangi Polusi Udara Akibat Debu Batu Bara yang Berterbangan**” adalah benar hasil karya saya (penelitian dan proyek) sendiri, bukan jiplakan atau plagiat dari proyek orang lain atau pengutipan sebagian dan/atau seluruh materi dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Pendapat dan temuan orang lain yang terdapat dalam proyek ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Saya bertanggung jawab terhadap judul maupun isi dari proyek ini dan apabila terbukti merupakan hasil jiplakan proyek atau karya tulis orang lain atau ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam proyek ini, maka saya bersedia untuk membuat proyek dan karya tulis dengan judul baru dan/atau menerima sanksi lain.

Semarang, 2024

Yang menyatakan,

**FENDY PRADIPTA RACHMAN**  
**NIT. 572011217604**

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto :

1. Orang tua adalah segalanya
2. Berjuang tanpa berdoa adalah sia-sia, sedangkan berdoa tanpa berjuang adalah omong kosong

### Persembahan :

1. Kedua orang tua saya, ibu Sri Purwaningsih dan bapak Supratino yang selalu mendukung, dan selalu mendoakan saya yang terbaik selama hidup saya.
2. Adik-adik saya dan orang-orang terdekat saya yang selalu membantu, *men-support*, dan memberikan semangat dalam menyelesaikan proyek ini.
3. Almamater yang saya banggakan dan saya cintai, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

## PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.*

*Alhamdulillah*, segala puji dan rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan nikmat, rahmat, karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan dan menuntaskan penulisan laporan proyek dengan judul **“Rancang Bangun Sistem *Sprinkle* Air Otomatis Pada *Conveyor* di Pelabuhan Guna Mengurangi Polusi Udara Akibat Debu Batu Bara yang Berterbangan”**.

Proyek ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam meraih dan memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel.) dalam bidang studi Teknika serta untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam menyelesaikan penyusunan laporan proyek ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, bantuan, bimbingan, arahan, dan beberapa masukan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan penuh rasa hormat penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Capt. Sukirno, M.M.Tr., M.Mar. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Dr. Ali Muktar Sitompul M.T, M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
3. Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E.. selaku Dosen Pembimbing Materi.

4. Riyadini Utari, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Metodologi dan Penulisan.
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis selama melaksanakan pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
6. Kedua orang tua saya yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan serta adik-adik dan orang-orang terdekat saya yang telah menjadi motivasi dalam menyelesaikan proyek ini.
7. Seluruh pihak yang telah membantu dan ikut andil dalam penyelesaian penulisan laporan proyek yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Demikian prakata dari penulis, dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari masih banyak kekurangan sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan masukan yang bersifat membangun guna kesempurnaan proyek yang penulis susun ini. Penulis berharap semoga proyek ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh pembaca dan dapat menjadi literasi maupun pustaka di perpustakaan Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

***Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.***

Semarang, 2024  
Penulis

FENDY PRADIPTA RACHMAN  
NIT. 572011217604 T



## ABSTRAK

**Fendy Pradipta Rachman.** 2024, “*Rancang Bangun Sistem Sprinkle Air Otomatis Pada Conveyor Di Pelabuhan Guna Mengurangi Polusi Udara Akibat Debu Batu bara Yang Berterbangan*” menggunakan sensor debu (GP21010AU0F), sensor api (KY-0260), sensor asap (MQ-135), dan sensor suhu (NTC-10k) berbasis Arduiono Nano. Karya Ilmiah Terapan, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, dibimbing oleh Bapak Amad Narto, M.Pd., M.Mar.E. dan Ibu Riyandini Utari, M.Si.

Revolusi Industri 4.0 menimbulkan dampak yang signifikan dan dapat langsung dirasakan. Dari dampak tersebut maka terbentuklah inovasi-inovasi baru yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu, mempermudah pekerjaan, serta meningkatkan keselamatan manusia. Selain itu, Revolusi Industri juga berpengaruh pada kesehatan serta keselamatan masyarakat di sekitar wilayah industri. Kualitas udara yang baik sangat diperlukan oleh semua makhluk hidup. Pencemaran udara dapat berdampak buruk bagi kesehatan. Dengan alasan tersebut, maka dirancanglah sebuah alat yang dapat memonitoring kualitas udara akibat dari debu batu bara yang berterbangan.

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* atau rancang bangun. Dengan adanya rancang bangun ini maka diharapkan dapat menciptakan sebuah sistem baru ataupun menambahkan fitur baru yang digunakan untuk penyempurnakan sistem lama.

Dengan adanya perancangan sistem ini, nantinya alat dapat mendeteksi kualitas udara sekitar, karena dengan alat ini dapat mendeteksi bagaimana kualitas udara secara langsung dan dapat secara otomatis menyemprotkan air supaya memperbaiki kondisi kualitas udara sekitar. Dalam pengujian alat ini memakai sensor GP21010AU0F yang bisa mendeteksi kualitas udara serta menggunakan sensor api (KY-0260), sensor asap (MQ-135), dan sensor suhu (NTC-10k) sebagai sensor tambahan serta sebagai pengaman. Langkah ini diambil untuk memastikan bahwa, dalam situasi kegagalan satu sensor, sensor lainnya masih dapat berfungsi secara optimal. Hal ini bertujuan untuk menjamin konsistensi dalam pemantauan kualitas udara dan mencegah potensi risiko yang dapat mengakibatkan konsekuensi serius.

**Kata Kunci:** *Kualitas udara, Arduino Nano, Sistem Pengaman*

## ABSTRACT

**Fendy Pradipta Rachman.** 2024, “*Design of an Automatic Water Sprinkle System on Conveyors in Ports to Reduce Air Pollution Due to Flying Coal Dust*” using a dust sensor (GP21010AU0F), fire sensor (KY-0260), smoke sensor (MQ-135), and temperature sensor ( NTC-10k) based on Arduino Nano. Applied Scientific Work, Semarang Maritime Science Polytechnic, supervised by Mr. Amad Narto, M.Pd., M.Mar.E. and Mrs. Riyandini Utari, M.Si.

The Industrial Revolution 4.0 has had a significant impact and can be felt immediately. From this impact, new innovations are formed which aim to increase time efficiency, make work easier, and improve human safety. Apart from that, the Industrial Revolution also had an impact on the health and safety of communities around industrial areas. Good air quality is very necessary for all living creatures. Air pollution can have a negative impact on health. For this reason, a tool was designed that can monitor air quality due to flying coal dust.

This research uses the Research and Development or design-build method. With this design, it is hoped that we can create a new system or add new features that are used to improve the old system.

By designing this system, the tool will be able to detect the quality of the surrounding air, because with this tool it can detect how the air quality is directly and can automatically spray water to improve the condition of the surrounding air quality. In testing, this tool uses a GP21010AU0F sensor which can detect air quality and uses a fire sensor (KY-0260), smoke sensor (MQ-135), and temperature sensor (NTC-10k) as additional sensors and as a safety measure. This step is taken to ensure that, in the event of a failure of one sensor, the other sensors can still function optimally. This aims to ensure consistency in air quality monitoring and prevent potential risks that could result in serious consequences.

**Keywords:** *Air quality, Arduino Nano, Security System*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A.    LATAR BELAKANG.....	1
B.    TUJUAN PENELITIAN.....	4
C.    MANFAAT HASIL PENELITIAN.....	4
BAB II KAJIAN TEORI.....	6
A.    DESKRIPSI TEORI.....	6
1.    Rancang Bangun.....	6
2.    Arduino Nano.....	7
3.    Komponen-komponen Sensor.....	10
4.    Conveyor.....	18

B.	KERANGKA PENELITIAN .....	21
C.	PENGAPLIKASIAN DI DUNIA NYATA.....	22
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
A.	LANGKAH-LANGKAH PENYUSUNAN PROYEK	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>not defined.</b>	
1.	Uji Coba Sensor GP2Y1010AU0F .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.	Uji Coba sensor MQ-135 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.	Uji Coba Sensor KY-026 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.	Uji Coba Sensor NTC-10K.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.	Uji Coba LCD.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.	Uji Coba Arduino Nano .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7.	Uji Coba Adaptor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
8.	Pemograman Software.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
B.	ALAT DAN BAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.	Alat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.	Bahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
C.	HASIL PROYEK .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.	Desain <i>Hardware System</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.	Desain Software.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV PENUTUP .....		24
A.	KESIMPULAN .....	24
B.	SARAN.....	25
DAFTAR PUSTAKA .....		27

LAMPIRAN ..... 31

DAFTAR RIWAYAT HIDUP ..... 47



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Arduino Nano	8
Gambar 2. 2	Adaptor	9
Gambar 2. 3	Arduino IDE	9
Gambar 2. 4	GP2Y1010AU0F Sensor Debu	11
Gambar 2. 5	MQ-135 Sensor Asap	13
Gambar 2. 6	KY-026 Sensor Api	14
Gambar 2. 7	NTC-10K Sensor Suhu	15
Gambar 2. 8	LCD I2C	16
Gambar 2. 9	Pompa Air Celup R385	17
Gambar 2. 10	Conveyor	18
Gambar 2. 11	Kerangka Penelitian	21
Gambar 2. 12	Skema Pemasangan di Dunia Nyata	22
Gambar 3. 1	Uji Coba Sensor GP2Y1010AU0F	
	<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 3. 2	Uji Coba Sensor MQ-135	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 3	Uji Coba Sensor KY-026	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 4	Uji Coba Sensor NTC-10K	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 5	Uji Coba LCD	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 6	Uji Coba Arduino Nano	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 7	Uji Coba Adaptor	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 8	Aplikasi Arduino IDE	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 9	Coding Void Loop Arduino IDE	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Gambar 3. 10 Blok Diagram Hardware System.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 11 Blok Diagram Software.....**Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hardware Wiring Diagram .....	31
Lampiran 2 : Program Arduino Nano pada Arduino IDE .....	32
Lampiran 3 : Program Fungsi pada Arduino IDE .....	36
Lampiran 4 : Program Setting pada Arduino IDE.....	38
Lampiran 5: Biaya Biaya Prototype.....	41
Lampiran 6 : Rencana Jadwal Proyek.....	42
Lampiran 7 : Pemaparan dan Penjurian Rancang Bangun Sistem Sprinkle Air Otomatis Pada Conveyor di Pelabuhan Guna Mengurangi Polusi Udara Akibat Debu Batu Bara yang Berterbangan dalam Ajang Karya Ilmiah Internasional ....	43
Lampiran 8 : Sertifikat Penghargaan Gold Medal dalam Ajang Karya Ilmiah Internasional.....	44
Lampiran 9 : Sertifikat Apresiasi dari Malaysia Young Scientist Organization (MYSO).....	45
Lampiran 10 : Sertifikat Penghargaan Best Booth dalam Ajang Karya Ilmiah Internasional.....	46



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. LATAR BELAKANG**

Pelabuhan memainkan peran penting sebagai titik akses utama untuk perdagangan global, distribusi produk, dan transit maritim. Pelabuhan berfungsi sebagai terminal di mana kapal dapat berlabuh dengan aman dan nyaman. Pelabuhan ini digunakan untuk tujuan berlabuh, naik turun penumpang, serta bongkar muat komoditas (Putra & Djalante, 2016). Batu bara saat ini mengalami peningkatan permintaan dan nilai yang signifikan. Batu bara terus menjadi salah satu komoditas utama ekspor Indonesia saat ini. Keberhasilan ini disebabkan oleh adanya cadangan batu bara yang sangat besar di Indonesia dan permintaan yang kuat dari pasar domestik dan internasional. Batu bara memainkan peran penting dalam memberikan kontribusi terhadap perekonomian negara melalui kontribusi ekspor yang besar (Yulia & Chandriyanti, 2021). Komoditi batu bara ini banyak menggunakan moda transportasi laut sebagai alat transportasi karena dinilai lebih efisien karena dengan sekali angkut dapat mengangkut hingga beribu-ribu ton batu bara.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, berkaitan dengan mineral dan batu bara. Batu bara adalah endapan alami dari molekul organik berkarbon yang dihasilkan dari sisa-sisa tumbuhan. Menurut (S. Lestari & Abdullah, 2018), batu bara adalah batuan sedimen yang mudah terbakar yang berasal dari endapan organik, terutama sisa-sisa tumbuhan, dan terbentuk melalui proses

pembatubaraan. Tidak diragukan lagi, ada banyak kelemahan yang terkait dengan pemanfaatan batu bara sebagai sumber energi. Misalnya pada proses distribusi, kebanyakan proses distribusi batu bara ditempuh menggunakan moda transportasi laut berupa kapal tongkang yang ditarik oleh sebuah kapal tugboat jika jarak yang ditempuh relatif dekat. Namun, hal yang berbeda dilakukan jika jarak yang ditempuh lebih jauh. Hal ini mengharuskan penggunaan kapal berjenis bulk carrier untuk mengangkut lebih banyak muatan batu bara dan lebih efisien untuk penempuhan jarak jauh. Selain itu, pengangkutan batu bara ke kapal maupun keluar kapal dilakukan melalui proses loading dan un-loading. Proses ini dibantu oleh sebuah sistem yang disebut conveyor.

Menurut Giffari & Prasetyawan (2020) conveyor adalah alat yang di aplikasikan dalam industri pertambangan sebagai alat yang menunjang dalam proses pemindahan material bahan galian untuk melakukan proses selanjutnya. Penggunaan conveyor memudahkan pemindahan batu bara, karena tidak lagi membutuhkan alat berat lain seperti truk, ataupun loader untuk memindahkan batu bara dari gudang batu bara menuju ke kapal. Dibalik kemudahan tersebut, tentunya tidak terlepas dari beberapa permasalahan. Permasalahan yang paling berbahaya adalah polusi udara. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Pengendalian Pencemaran Udara, polusi udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau unsur lain ke dalam udara di sekitarnya melalui kegiatan manusia. Hal ini menyebabkan penurunan kualitas udara di sekitarnya hingga ke tingkat di mana udara tidak dapat memenuhi fungsinya. Kegiatan bongkar muat di pelabuhan telah menimbulkan

berbagai masalah kesehatan pada penduduk sekitar akibat polusi udara. Hal ini disebabkan oleh debu batu bara yang tersebar ke daerah pemukiman.

Debu batu bara yang berterbangan tersebut menciptakan berbagai masalah kesehatan di sekitar pelabuhan. Hal ini dikarenakan debu tersebut termasuk kategori fibrogenik yang beracun dan dapat menyebabkan gangguan fungsi paru-paru (Arumdani *et al.*, 2023). Maka dari itu debu batu bara yang berterbangan dalam bentuk partikel kecil yang mencemari udara, dan berakhir terhirup oleh masyarakat sekitar dan menyebabkan permasalahan serius, seperti gangguan saluran pernapasan bagi masyarakat sekitar. Selain masalah bagi kesehatan, debu batu bara yang berterbangan menuju kepemukiman warga juga membuat rumah warga menghitam karena debu batu bara yang menempel pada tembok dan atap rumah warga. Partikel debu batu bara juga melekat pada pakaian para warga yang sedang menjemur.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Saputra & Diana (2023), telah dibuat aplikasi pemantauan kualitas udara berbasis web menggunakan MQ-135 dan Arduino. Alat ini beroperasi dengan memanfaatkan data masukan dari sensor udara MQ-135. Keluaran sensor kemudian dikirimkan ke mikrokontroler Arduino, untuk kemudian diproses sesuai dengan perangkat lunak yang telah dibuat sebelumnya. Dari perbedaan dengan penelitian ini, penulis menggunakan 4 sensor, yaitu sensor GP2Y1010AU0F, sensor MQ-135, sensor-KY026 dan sensor NTC-10K. Penulis ingin menciptakan suatu alat yang bisa mendeteksi tingkat kualitas udara berdasarkan adanya penurunan kualitas udara, titik api, asap dan suhu.

Melalui masalah-masalah yang ditimbulkan, penulis menggagas pemikiran baru, yaitu membuat sebuah sistem baru yang dapat mengurangi dampak polusi udara yang diakibatkan oleh debu batu bara yang berterbangan. Sistem ini diharapkan mampu untuk mengurangi penumpukan polusi udara yang diakibatkan oleh debu batu bara, sehingga menjadi langkah awal untuk memastikan keselamatan daerah sekitar pelabuhan. Berdasarkan hal tersebut maka penulis tertarik untuk mengambil karya tulis yang berjudul :

**“Rancang Bangun Sistem *Sprinkle* Air Otomatis Pada *Conveyor* di  
Pelabuhan Guna Mengurangi Polusi Udara Akibat Debu Batu Bara  
yang Berterbangan”**

**B. TUJUAN PROYEK**

Adapun tujuan yang ingin dicapai penulis dalam pembuatan rancang bangun ini diantaranya adalah:

1. Mengembangkan *prototype* sistem *sprayer* air otomatis pada *conveyor* batu bara di pelabuhan.
2. Meningkatkan kualitas pendidikan di bidang ilmu pelayaran, khususnya terkait dengan teknologi pengurangan emisi debu batu bara di pelabuhan.
3. Meningkatkan kualitas udara serta mengurangi dampak polusi dari debu batu bara yang berterbangan.

**C. MANFAAT HASIL PROYEK**

Manfaat penulisan Karya Tulis Ilmiah pada penelitian ini akan diketengahkan bahasan yang diharapkan dapat bermanfaat bagi para pembaca, yaitu :

## 1. Manfaat Teoritis

- a. Bagi penulis manfaat yang bisa diperoleh yaitu dapat menerapkan teori tentang penggunaan sistem *sprinkle* air otomatis yang diperoleh pada pembelajaran di kampus, serta menambah pengetahuan bagi penulis.
- b. Manfaat untuk Institusi yaitu Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang sebagai bahan acuan yang dapat diterapkan di dalam Institusi guna menyiapkan calon perwira yang memiliki kecakapan dan pengetahuan.

## 2. Manfaat Praktis

- a. Sebagai pengetahuan dan membantu pembaca dalam meningkatkan ilmu pengetahuan untuk melakukan penelitian lanjutan yang berhubungan dengan masalah di atas, sehingga dapat dikembangkan di dalam dunia industri.
- b. Manfaat untuk institusi yaitu guna menyiapkan calon perwira yang dapat memiliki keunggulan di bidang mikrokontroler terutama pengembangan dan penggunaan sensor.
- c. Pengembangan sistem *sprinkle* air otomatis ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas udara serta dapat mengurangi dampak polusi dari debu batu bara yang berterbangan, dan memperbaiki kualitas kesehatan masyarakat sekitar yang terkena dampak polusi dari debu batu bara yang berterbangan.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. DESKRIPSI TEORI**

Dalam paparan teori ini, penulis akan menjelaskan pemahaman mengenai kehadiran sistem ini, yang diharapkan dapat mengurangi tingkat kontaminasi atmosfer di lingkungan masyarakat dan lingkungan kerja yang disebabkan oleh sebaran debu batu bara. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Nano, yang berfungsi sebagai unit pemrosesan pusat. Arduino Nano bertanggung jawab untuk menjalankan semua fungsi dalam *prototype* ini. Perangkat ini juga dilengkapi dengan layar LCD untuk menyampaikan informasi secara efektif tentang konten yang ada di udara di sekitar sensor. Lebih lanjut, penjelasan teori bertujuan untuk menunjukkan hubungan antara masalah dan temuan studi yang mencakup pengetahuan yang lebih luas.

##### **1. Rancang Bangun**

Menurut Kinaswara *et al.*, (2019) Rancang bangun dapat dijelaskan sebagai proses pengimpletasian hasil analisis ke dalam bentuk perangkat lunak (*software*) maupun perangkat keras (*hardware*), yang bertujuan untuk menciptakan sistem baru atau menambah fitur pada sistem yang telah ada sebelumnya.

Dengan adanya rancang bangun ini maka diharapkan dapat menciptakan sebuah sistem baru ataupun menambahkan fitur baru yang digunakan untuk penyempurnakan sistem lama. Rancang bangun yang telah jadi juga dapat dimanfaatkan sebagai alat pembelajaran bagi taruna.

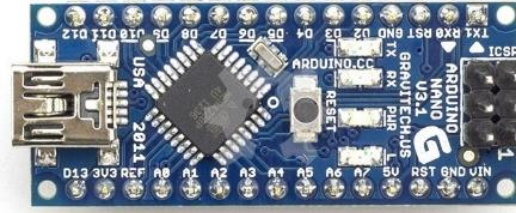
## 2. Arduino Nano

### a. Pengertian

Arduino Nano adalah *platform* pembuatan *prototype* elektronik yang bersifat *open-source hardware* (Alam & Amal, 2022). Arduino Nano, yang berfokus pada perangkat keras dan lunak yang fleksibel serta sederhana dalam penggunaannya, ditujukan untuk para seniman, desainer, dan siapa pun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif. Pada dasarnya, Arduino mampu menangani proyek-proyek elektronik yang kompleks yang dapat dijalankan oleh siapa pun, membuka peluang untuk mewujudkan beragam imajinasi dan ide kreatif. Arduino adalah *board* berbasis *microcontroller* pada atmega 328 *board* ini memiliki 14 digital *input / output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik tombol *reset*.

Pin-pin ini mencakup semua elemen yang diperlukan untuk memfasilitasi mikrokontroler, memungkinkan koneksi langsung ke komputer menggunakan kabel USB atau mendapatkan daya dari konverter AC-DC atau baterai. Pinout Arduino Nano telah disempurnakan dengan penyertaan pin SDA dan SCL, yang diposisikan di dekat pin AREF. Selain itu, dua pin tambahan telah ditambahkan di dekat pin reset, dengan demham IO REF yang berfungsi sebagai penyangga untuk mengatur tegangan sistem papan. Kemajuan ini meningkatkan kompatibilitas sistem dengan prosesor AVR yang

beroperasi pada 5V, serta dengan Arduino, yang beroperasi pada 3.3V. Selain itu, ada pin terputus yang secara khusus ditujukan untuk alasan pengembangan di masa depan.



Gambar 2. 1 Arduino Nano

Sumber: [henduinio.github.io](https://github.com/henduinio)

#### b. Adaptor 12V

Adaptor adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk mengubah tegangan listrik arus bolak-balik (AC) menjadi tegangan listrik arus searah (DC) (Toldo & Triyanto, 2022). Adaptor berfungsi dengan mengubah tegangan arus listrik bolak-balik (AC) menjadi tegangan arus listrik searah (DC), mengikuti konsep dasar perangkat catu daya. Adaptor sering digunakan sebagai pengganti baterai, memungkinkan gadget elektronik yang membutuhkan daya listrik untuk memanfaatkan adaptor. Adaptor adalah komponen yang ada di mana-mana dalam kehidupan sehari-hari dan digunakan secara luas dalam berbagai peralatan elektronik, termasuk televisi, amplifier, radio, dan lain-lain.

Adaptor berperan dalam menurunkan tegangan arus listrik dari level yang tinggi menjadi lebih rendah. Tugas adaptor adalah mengatur aliran arus listrik agar sesuai dengan kebutuhan perangkat yang digunakan. Dengan begitu maka komponen listrik akan lebih terawat



dan berumur panjang karena aliran arus listrik yang masuk sesuai dengan komponen tersebut.

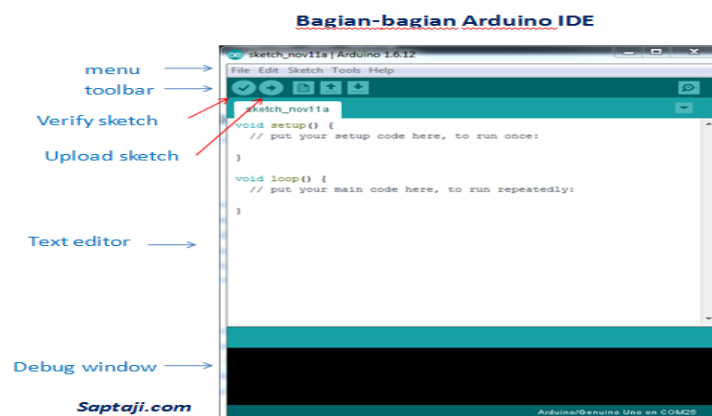


Gambar 2. 2 Adaptor

Sumber: remotes4you.eu

c. Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Lingkungan *opensource* Arduino memudahkan untuk menulis kode dan *upload* ke *board* Arduino. Dimana *coding* yang dituliskan tersebut berguna untuk mengatur segala macam hardware di luar. *Software* ini dapat berjalan pada sistem *Windows*, *Mac OS X*, dan *Linux*. Berdasarkan pengolahan, *avr-gcc*, dan perangkat lunak sumber terbuka lainnya.



Gambar 2. 3 Arduino IDE

Sumber: saptaji.com

### 3. Komponen-komponen Sensor

Sensor adalah instrumen yang digunakan untuk memahami perubahan sifat fisik yang beragam, termasuk tekanan, gaya, listrik, cahaya, gerakan, kelembapan, suhu, kecepatan, dan fenomena lingkungan lainnya. Ketika perubahan terdeteksi, input akan diubah menjadi output yang dapat dipahami oleh manusia. Hal ini dapat dilakukan melalui sensor itu sendiri atau dengan mengirimkan informasi secara elektronik melalui jaringan. Output kemudian dapat ditampilkan atau diproses menjadi informasi yang dapat digunakan oleh pengguna. Sensor biasanya dikategorikan sebagai transduser input karena memiliki kemampuan untuk mengubah berbagai bentuk energi fisik, seperti cahaya, tekanan, gerakan, suhu, atau jenis energi fisik lainnya, menjadi sinyal listrik atau hambatan. Sinyal atau resistansi ini kemudian diterjemahkan kembali menjadi tegangan atau sinyal listrik.

#### a. GP2Y1010AU0F Dust Sensor

GP2Y1010AU0F Dust Sensor adalah sensor debu yang digunakan untuk mendeteksi partikel-partikel kecil dalam udara (Sánchez-Barajas *et al.*, 2023). Sensor GP2Y1010AU0F ini menggunakan teknologi optik untuk mengukur tingkat kekeruhan udara yang disebabkan oleh debu atau partikel-partikel halus lainnya. Prinsip kerja dari sensor GP2Y1010AU0F ini adalah dengan membiarkan udara mengalir bebas pada lubang di tengah sensor, dan lampu LED diarahkan untuk memancarkan cahaya, dan kadar debu ditentukan dengan mendeteksi cahaya yang dibiaskan oleh debu di udara. Menggunakan sebuah LED yang menghasilkan sinar

inframerah ke dalam ruang pengukuran, yang kemudian diukur oleh fotodiode di dalam sensor. Dengan spesifikasi sensor sebagai berikut:

1. Tegangan listrik : 5-7V
2. Suhu kerja : -10-65 derajat Celcius
3. Konsumsi listrik : maksimum 20mA
4. Nilai deteksi partikel : 0,8 mikron (minimal)
5. Sensitivitas : 0,5V / (0,1mg / m3)
6. Tegangan udara bersih : tipikal 0.9V
7. Suhu kerja : -10 ~ 65 ° C
8. Suhu penyimpanan : -20 ~ 80 ° C
9. Kehidupan pelayanan : 5 tahun
10. Ukuran : 46mm × 30mm × 17.6mm
11. Berat : 15g



Gambar 2. 4 GP2Y1010AU0F Sensor Debu

Sumber: digiwarestore.com

b. MQ-135 Air Quality Sensor

MQ-135 Air Quality Sensor ini merupakan sebuah modul sensor yang berguna untuk mengukur tingkat konsentrasi asap di udara. (Abbas *et al.*, 2020). Modul ini berbasiskan sensor MQ-135, yaitu sensor yang dapat mendeteksi asap, CO<sub>2</sub>, bensol, alkohol, serta gas berbahaya lainnya. Modul ini cocok digunakan pada proses penentuan kualitas udara (air quality control).

Sensor Kualitas Udara MQ-135 dirancang dengan menggunakan komponen SMD berkualitas tinggi untuk memastikan performa yang handal dan memenuhi kebutuhan ruang yang minimal pada berbagai aplikasi. Dalam hal antarmuka, pengguna memiliki dua opsi yang tersedia: UART TTL dengan baud rate 38400 bps atau I2C, yang memungkinkan modul untuk dihubungkan secara serial hingga 8 buah. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. “Dimensi : 5,6 cm (P) x 4 cm (L) x 3,4 cm (T)
2. Tegangan kerja : 5 V DC.
3. *Range* deteksi : 10 ppm – 300 ppm ammonia, 10 ppm – 1000 ppm benzol, 10 ppm – 300 ppm *alcohol*.
4. Target gas : amonia (NH<sub>3</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), *alcohol*, benzol, asap, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan lain-lain.
5. Menggunakan ADC 10 bit untuk konversi data analog dari sensor. Memiliki *output* berupa data *digital* dengan nilai 0 - 1023 (hasil konversi ADC).

6. Antar muka : UART TTL : 38400 bps, 8-bit data, 1 bit *stop*, *no parity*, *no flow control*. I2C: dapat *dicascade* hingga 8 buah modul dalam satu jalur komunikasi.
7. Disediakan beberapa *jumper* untuk konfigurasi *pull-up* I2C, resistor beban, serta *variable* resistor *threshold*. Memiliki fitur kendali *on/off* dengan 2 mode kerja pilihan
8. Pin I/O yang kompatibel dengan *level* tegangan TTL dan CMOS. Memiliki 2 buah LED sebagai indikator. Dilengkapi dengan rangkaian EMI *filter* untuk mengurangi gangguan elektromagnetik.”



Gambar 2. 5 MQ-135 Sensor Asap

Sumber: suneducationgroup.com

c. Sensor Api KY-026

Flame detector KY-026 atau sensor api KY-026 adalah sebuah sensor yang dapat mendeteksi adanya api (Ayu Nandita Pangesti *et al.*, 2022). Sensor ini memiliki kemampuan untuk secara akurat memastikan

lokasi nyala api, bahkan jika sumber cahaya itu sangat kecil seperti sumber cahaya lainnya. Sensor ini mampu mendeteksi nyala api yang memancarkan panjang gelombang mulai dari 760 nm hingga 1100 nm. Sensor ini menggabungkan sensor fotodiode untuk mendeteksi keberadaan nyala api di sekitarnya. Sensor ini terdapat 4 pin yaitu pin GND, VCC, Digital Output, dan Analog Output. Terdapat juga potensiometer untuk mengatur keluaran yang dihasilkan pada sensor tersebut. Pada modul sensor ini juga menggunakan IC LM393 sebagai saklar keluaran digitalnya. Fitur sensor api KY-026 :

- Tegangan operasi antara 3.3 – 5 Vdc
- Terdapat 2 keluaran, yaitu digital output dan analog output
- Semua komponen sudah terpackage dalam bentuk modul
- Terdapat potensiometer sebagai pengatur sensitivitas sensor



Gambar 2. 6 KY-026 Sensor Api

Sumber : pinterest.com

d. Sensor Suhu NTC-10K

Sensor NTC-10K adalah sebuah sensor yang mampu mengukur suhu yang memiliki kemampuan tahan terhadap air (Alfanz *et al.*, 2023).

Sensor ini sering dipakai dalam proyek-proyek sederhana yang terkait dengan pemantauan suhu, seperti pengawasan suhu ruangan menggunakan teknologi IoT.

Range pengukuran suhu sensor NTC-10K yaitu antara suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $150^{\circ}\text{C}$ . Cara kerja sensor DHT11 dalam mengukur suhu dengan menggunakan sensor termistor yang terpasang di permukaan. Termistor sebenarnya adalah sebuah resistor variable dengan resistansi yang berubah-ubah terhadap perubahan suhu.



Gambar 2. 7 NTC-10K Sensor Suhu

Sumber : amazon.com

e. Liquid Crystal Display (LCD) I2C

LCD adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun *grafik* (Nurhayati, 2021). LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat menggunakan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan cara tidak menghasilkan cahaya sendiri, melainkan memantulkan cahaya sekitarnya melalui *frontlit* atau meneruskan cahaya dari *backlit*. Fungsinya adalah untuk menampilkan

data dalam bentuk karakter, huruf, angka, atau grafik. Penulis menggunakan LCD I2C, yaitu modul LCD yang dikendalikan secara serial menggunakan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Biasanya, modul LCD dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Bagian-bagian LCD atau *Liquid Crystal Display* diantaranya adalah :

- 1) Lapisan Terpolarisasi 1 (*Polarizing Film 1*)
- 2) Elektroda Positif (*Positive Electrode*)
- 3) Lapisan Kristal Cair (*Liquid Cristal Layer*)
- 4) Elektroda Negatif (*Negative Electrode*)
- 5) Lapisan Terpolarisasi 2 (*Polarizing film 2*)
- 6) *Backlight* atau Cermin (*Backlight or Mirror*)



Gambar 2. 8 LCD I2C

Sumber: [circuitgeeks.com](http://circuitgeeks.com)

f. Pompa Air Celup R385

Pompa air celup R385 merupakan sebuah alat yang biasanya digunakan untuk memompa air dan menyalurkan air dari satu tempat ke



tempat lain. Mekanisme atau cara kerja pompa yang pertama berada pada fungsi dynamo pompa itu sendiri. Dinamo yang terdapat dalam pompa akan bergerak dan berfungsi jika memiliki arus listrik yang mana akan menarik atau menyedot air dan akan diteruskan ke selang ataupun pipa yang sudah di sambungkan.

Jika sensor GP2Y1010AU0F, sensor MQ-135, sensor KY-026, dan sensor NTC-10K mendeteksi adanya peningkatan polusi udara, maka sensor akan mengirimkan sinyal ke *microcontroller* dan akan diteruskan ke pompa. Maka pompa ini akan otomatis berfungsi untuk menyedot air dari dalam tampungan air dan akan dipancarkan ke seluruh cakupan *sprayer* yang berfungsi untuk menurunkan kadar polusi di udara di sekitar *conveyor*. Apabila sensor sudah tidak mengidentifikasi adanya peningkatan kadar polusi maka pompa akan mati dengan sendirinya, karena kualitas udara yang sudah membaik.



Gambar 2. 9 Pompa Air Celup R385

Sumber: [probots.co.in](http://probots.co.in)

#### 4. *Conveyor*

##### a. Pengertian

*Conveyor* adalah sebuah perangkat mekanis yang digunakan untuk memindahkan barang atau bahan secara terus-menerus dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan suatu jalur atau rute tertentu. Seringkali digunakan dalam industri untuk mengotomatiskan proses pengangkutan, memungkinkan barang atau bahan untuk dipindahkan secara efisien dan konsisten dari satu titik ke titik lain dalam sebuah fasilitas produksi atau gudang ataupun sebaliknya. *Conveyor* dapat berupa rantai bergerak, sabuk, rol, atau sistem lainnya yang digerakkan oleh motor atau tenaga lainnya untuk memindahkan barang dengan lancar dari satu titik ke titik lain. *Conveyor* digunakan dalam berbagai industri seperti manufaktur, distribusi, logistik, dan pertambangan. Sering dijumpai pada industri pertambangan khususnya pertambangan batu bara, *conveyor* lebih dipilih sebagai alat pemindah hasil tambang karena dinilai lebih efisiensi dalam berbagai hal.



Gambar 2. 10 *Conveyor*

Sumber: casatraining.id

b. Manfaat

Meburut (A. Lestari & Candra, 2021; Rofeg *et al.*, 2018) Penggunaan *conveyor* dalam kegiatan industri memberikan berbagai manfaat, antara lain:

1. Peningkatan Efisiensi

*Conveyor* memungkinkan pengangkutan barang atau bahan industri secara terus-menerus tanpa memerlukan banyak intervensi manusia, sehingga meningkatkan efisiensi proses produksi atau distribusi.

2. Penurunan Biaya Tenaga Kerja

Dengan mengotomatiskan proses pengangkutan, penggunaan tenaga kerja manusia dapat dikurangi, yang akan mengurangi biaya operasional.

3. Peningkatan Produktivitas

*Conveyor* memungkinkan untuk memindahkan barang atau bahan produksi dengan kecepatan dan konsistensi yang tinggi, yang dapat meningkatkan *output* produksi atau peningkatan produktivitas pekerjaan.

4. Penurunan Risiko Cedera

Dengan mengurangi interaksi manusia dengan barang berat atau berbahaya, penggunaan *conveyor* dapat mengurangi risiko cedera pada pekerja akibat tertimpa barang berat dan meningkatkan keamanan di tempat kerja.

#### 5. Optimalisasi Ruang

*Conveyor* dapat dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan ruang di fasilitas produksi atau gudang dengan memanfaatkan ruang vertikal atau ruang di bawah atau di atas peralatan lain. Dengan demikian *conveyor* dapat dengan fleksibel di *instal* di mana pun.

#### 6. Pengurangan Kerusakan Barang

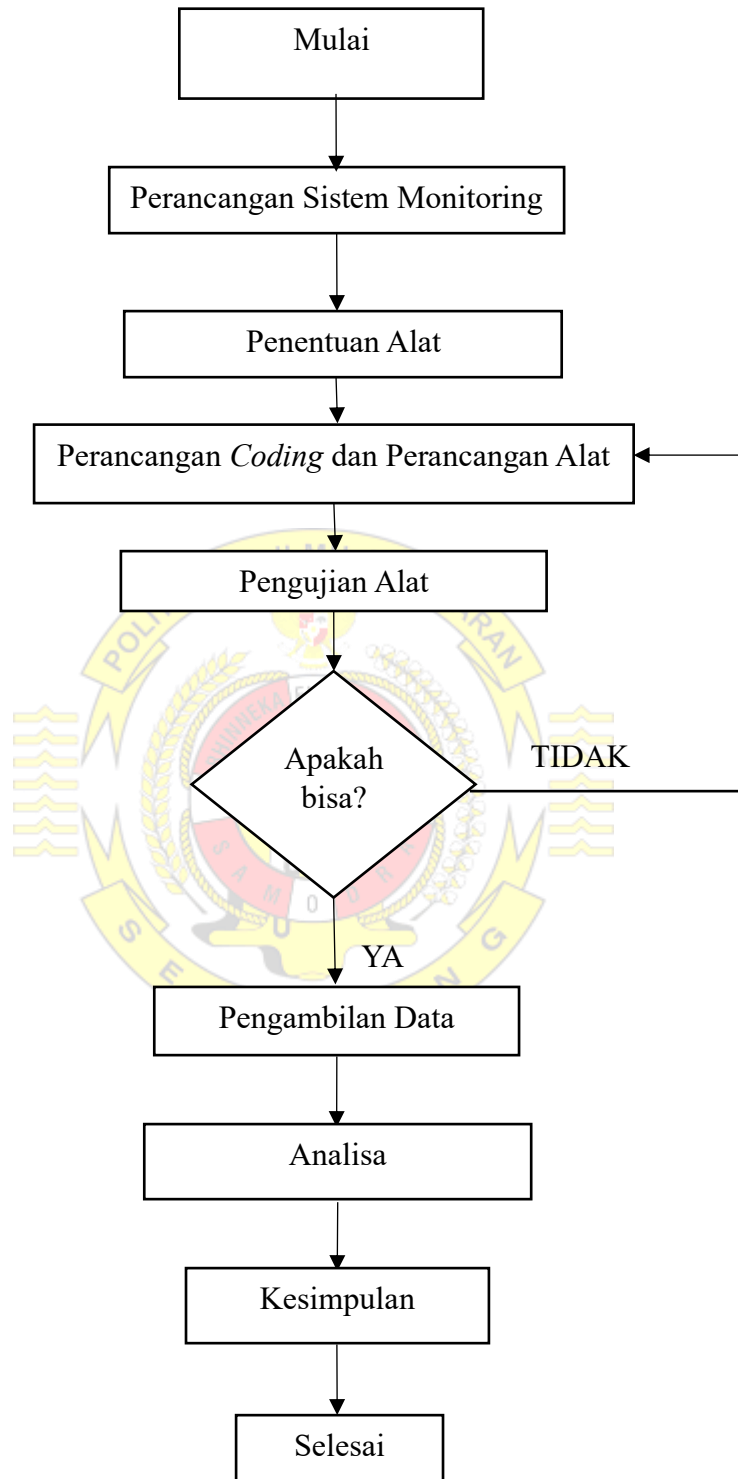
Dengan menggunakan sistem *conveyor* yang dirancang dengan baik, kerusakan atau kehilangan barang dalam proses pengangkutan dapat diminimalkan, sehingga mengurangi kerugian akibat barang rusak atau hilang.

#### 7. Fleksibilitas

*Conveyor* dapat dirancang dan disesuaikan dengan berbagai kebutuhan dan kondisi spesifik di fasilitas produksi atau distribusi, sehingga memberikan fleksibilitas dalam sistem produksi atau rantai pasok.

#### 8. Peningkatan Kontrol dan Pelacakan

Dengan menggunakan *conveyor* yang dilengkapi dengan sistem pelacakan atau kontrol otomatis, pengguna dapat dengan mudah memantau dan melacak pergerakan barang atau bahan dalam proses produksi atau distribusi.

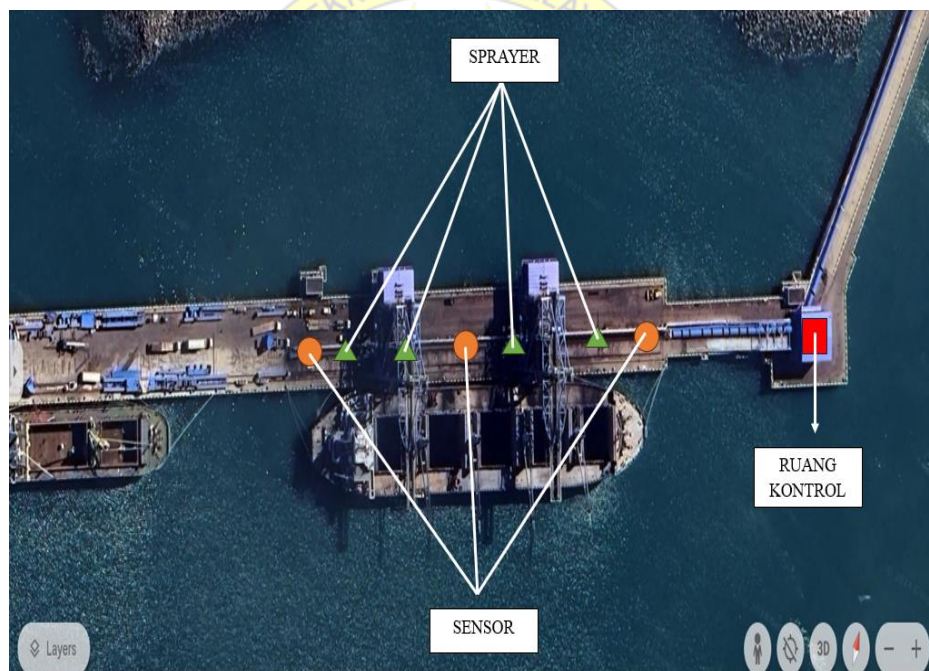
**B. KERANGKA PROYEK**

Gambar 2. 11 Kerangka Penelitian

Sumber : Dokumen Penulis

### C. PENGAPLIKASIAN DI DUNIA NYATA

Pada pengaplikasian *prototype* ini di dunia nyata, penulis mengambil contoh pemasangan di pelabuhan S2P Cilacap. Pemilihan pelabuhan S2P Cilacap sebagai percontohan dikarenakan penulis sudah memahami tata letak peralatan yang berada di pelabuhan tersebut. Penulis juga telah melaksanakan Praktek Kerja Laut atau biasa disebut PRALA di perusahaan PT. Karya Sumber Energi yang mana kapalnya tersebut di sewa oleh PT. S2P Cilacap untuk mengangkut baru baranya ke pelabuhan tersebut selama jenjang waktu dari bulan Agustus 2022 sampai dengan bulan Agustus 2023.



Gambar 2. 12 Skema Pemasangan di Dunia Nyata

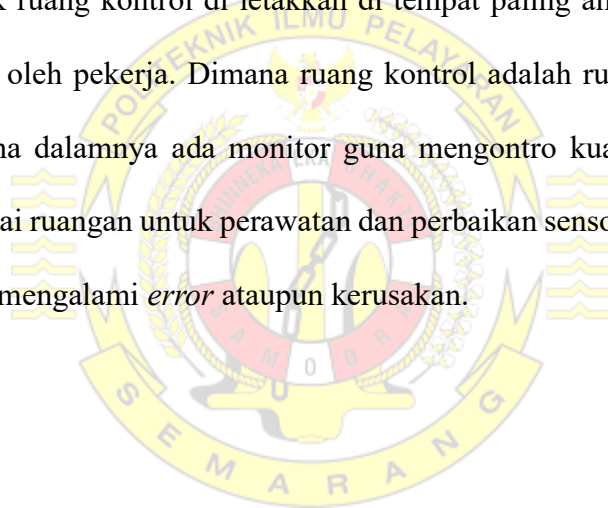
Sumber : Dokumen Penulis

Pada gambar 2. 12 di atas mempunyai penjelasan sebagai berikut :

- a. Sensor nantinya akan di letakan di beberapa titik sepanjang *conveyor* berada. Fungsi dari peletakan sensor di beberapa titik adalah untuk

meningkatkan mutu pemrosesan data oleh sensor yang nantinya akan di kirimkan ke mikrokontroler. Dengan lebih akurat data yang dikirimkan oleh sensor maka akan lebih efektif pula proses penurunan tingkat polusi udara di sekitar.

- b. Peletakan *sprayer* air juga di letakkan di beberapa titik dengan jarak yang sudah ditentukan. Tetapi *sprayer* ini penempatannya lebih rapat agar proses penurunan tingkat polusi udara lebih efektif, dan di harapkan tidak ada debu batu bara yang lolos dari tempat tersebut.
- c. Untuk ruang kontrol di letakkan di tempat paling aman dan mudah di akses oleh pekerja. Dimana ruang kontrol adalah ruang tertutup yang dimana dalamnya ada monitor guna mengontro kualitas udara. Serta sebagai ruangan untuk perawatan dan perbaikan sensor maupun *sprayer* yang mengalami *error* ataupun kerusakan.



## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **A. KESIMPULAN**

Kesimpulan dari penelitian “Rancang Bangun Sistem Sprinkle Air Otomatis Pada *Conveyor* di Pelabuhan Guna Mengurangi Polusi Udara Akibat Debu Batu Bara yang Berterbangan” ini sebagai berikut .

1. Pada penelitian ini penulis mengembangkan perancangan *prototype* menggunakan 4 sensor yaitu sensor GP2Y1010AU0F, sensor MQ-135, sensor KY-026, dan sensor NTC-10K, tidak seperti penelitian terdahulu yang hanya menggunakan 1 sensor saja. Penurunan kualitas udara akan dideteksi oleh sensor GP2Y1010AU0F, adanya asap dapat diketahui melalui keluaran sensor MQ-135. Kemunculan api juga dapat dideteksi oleh sensor KY-026, dan suhu tinggi akan dideteksi oleh sensor NTC-10K yang ditampilkan pada LCD, akan menyalakan pompa air secara otomatis. Tetapi jika semua sensor mendeteksi keadaan aman, maka pompa air akan mati secara otomatis. Di mana nyala dan matinya pompa secara otomatis tersebut diatur oleh Arduino Nano, dimana menjadi otak dari rancang bangun ini. Setiap sensor akan dipasang di beberapa titik agar sensor bisa mendeteksi adanya bahaya yang bisa menyebabkan kenaikan tingkat polusi udara. Tingkat polusi udara dapat dikategorikan aman apabila tidak terdeteksi adanya penurunan kualitas udara sekitar.
2. Dengan adanya *prototype* ini maka Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang dapat memanfaatkannya sebagai media pembelajaran untuk



meningkatkan kualitas dan mutu bagi taruna dan taruni Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Dengan meningkatnya kualitas serta mutu dari Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang maka dapat meningkatkan citra dan reputasi Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang sebagai institusi pendidikan yang unggul dalam bidang ilmu pelayaran dan berkomitmen terhadap kelestarian lingkungan.

3. Kinerja alat ini yaitu akan mendeteksi penurunan kualitas udara, suhu tinggi dan kemunculan asap dan api, pompa akan otomatis dapat untuk menyemprotkan air untuk menangkap partikel debu batu bara yang berterbangan yang bisa membahayakan dan bisa menyebabkan masalah kesehatan yang lebih besar. Jika tingkat kualitas udara sudah membaik maka pompa akan berhenti menyemprotkan air yang tandanya kualitas udara sudah aman. Jika sensor mendeteksi adanya penurunan kualitas udara maka pompa air akan menyala kembali.

## B. SARAN

Dari hasil penelitian dan uji coba yang telah dilakukan, masih terdapat kekurangan dalam berbagai hal. Beberapa saran yang dapat di sampaikan adalah sebagai berikut :

1. Sensor-sensor yang digunakan masih dapat diperbarui menggunakan sensor yang tingkatannya lebih *advance* untuk digunakan di dunia industri aslinya.
2. Guna meningkatkan mutu pembelajaran di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang maka *prototype* ini dapat untuk terus dikembangkan oleh para taruna agar tercipta *protorype* baru dengan sistem yang lebih mutakhir.

3. Penggunaan Arduino Nano pada *prototype* ini dapat dikembangkan menggunakan perangkat *microcontroller seri* lain yang di atasnya atau lebih canggih seperti Arduino Uno R3 yang sudah support perangkat *wifi* dan dapat terkoneksi dengan *smarthphone*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, F. N., Saadoon, I. M., Abdalrdha, Z. K., & Abud, E. N. (2020). Capable of gas sensor MQ-135 to monitor the air quality with arduino uno. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(10), 2955–2959. <https://doi.org/10.37624/IJERT/13.10.2020.2955-2959>
- Alam, S., & Amal, K. (2022). Rancang Bangun Kursi Physical Distancing Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(6).
- Alfanz, R., Wiryadinata, R., Sobar, A., Muttakin, I., Setiawan, I., & Maulana, A. (2023). Water quality control on fish aquarium using Fuzzy Logic method. *Journal Industrial Servicess Is*, 9(2). <https://doi.org/10.36055/jiss.v9i2.21977>
- Arumdani, I. S., Mawo, F. H. M., Sakti, E. M., Fuadi, M. F., & Husni, S. H. (2023). Systematic Review : Toksisitas Partikel Pm 10 Debu Batubara dan Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian Gangguan Fungsi Paru dan Kapasitas Paru Pada Pekerja Tambang Batubara. *LEVEN HEALTH: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 1.
- Ayu Nandita Pangesti, R., Salma Salsabila, C., Tri Wahyudiningsih, N., Halim, G., Jaka Nugraha, I., Adhi Anugrah Firdaus, M., Roihan, M., Luthfi Hizbul Mujib, M., Rifa Kusumah, B., & Siskandar, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Notifikasi Tepat Guna Sebagai Solusi Langkah Cepat Penanganan Kebakaran Design To Build Appropriate Notification System as a Quick Step Solution For Fire Handling. In *Indonesian Journal of Science* (Vol. 3). <http://journal.pusatsains.com/index.php/jsi>

- Giffari, F., & Prasetyawan, Y. (2020). Perancangan Aktivitas Perawatan pada Conveyor System Batu Bara dengan Metode Risk Based Maintenance (RBM) dan Reliability Centered Maintenance II (Studi Kasus: PLTU Tenayan Raya). *JURNAL TEKNIK ITS*, 9(2).
- Kinaswara, T. A., Hidayati, N. R., & Nugrahanti, F. (2019). *Rancang Bangun Aplikasi Inventaris Berbasis Website pada Kelurahan Bantengan*.
- Lestari, A., & Candra, O. (2021). Prototype Sistem Pensortir Barang di Industri Menggunakan Loadcell berbasis Arduino Uno. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 7(1), 27. <https://doi.org/10.24036/jtev.v7i1.111504>
- Lestari, S., & Abdullah, R. (2018). Optimalisasi Pencampuran Batubara Untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Konsumen Dengan Menggunakan Metode Simplek dan Evaluasi Biaya Pada Proses Blending Batubara Di Lokasi CV. Tahiti Coal, Talawi, Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 3(3), 974–983.
- Nugraha, W., & Syarif, M. (2018). Penerapan Metode Prototype Dalam Perancangan Sistem Informasi Penghitungan Volume dan Cost Penjualan Minuman Berbasis Website. *JUSIM (Jurnal Sistem Informasi Musirawas)*, 3(2), 94–101. <https://doi.org/10.32767/jusim.v3i2.331>
- Nurhayati. (2021). Penggunaan Media Liquid Crystal Display (Lcd) Untuk Meningkatkan Mutu Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Sosial Dan Teknologi (SOSTECH)*, 1, 1489–1493.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Pengendalian Pencemaran Udara, Pub. L. No. 41, 1 (1999).

<https://peraturan.bpk.go.id/Download/43748/PP%20No.%2041%20th%201999.pdf>

Putra, Ardis. A., & Djalante, S. (2016). Pengembangan Infrastruktur Pelabuhan Dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 6(1).

Rofeg, A., Kabib, M., & Winarso, R. (2018). Pembuatan Mesin Screw Conveyor Untuk Pencampuran Garam dan Iodium Sesuai Sni 3556. *Jurnal CRANKSHAFT*, 1.

Sánchez-Barajas, M. A., Cuevas-González, D., Reyna, M. A., Delgado-Torres, J. C., Altamira-Colado, E., & López-Avitia, R. (2023). *Development of a Low-Cost Particulate Matter Optical Sensor for Real-Time Monitoring*. 41. <https://doi.org/10.3390/ecsa-10-16025>

Saputra, A., & Diana. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Web Memanfaatkan MQ-135 dan Arduino. *Positif: Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, 8(2), 91–97.

Toldo, G., & Triyanto, A. (2022). Rancang Bangun Mesin Listrik Pemotong Rumput Menggunakan Control Arduino. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer Dan Science*, 1(03).

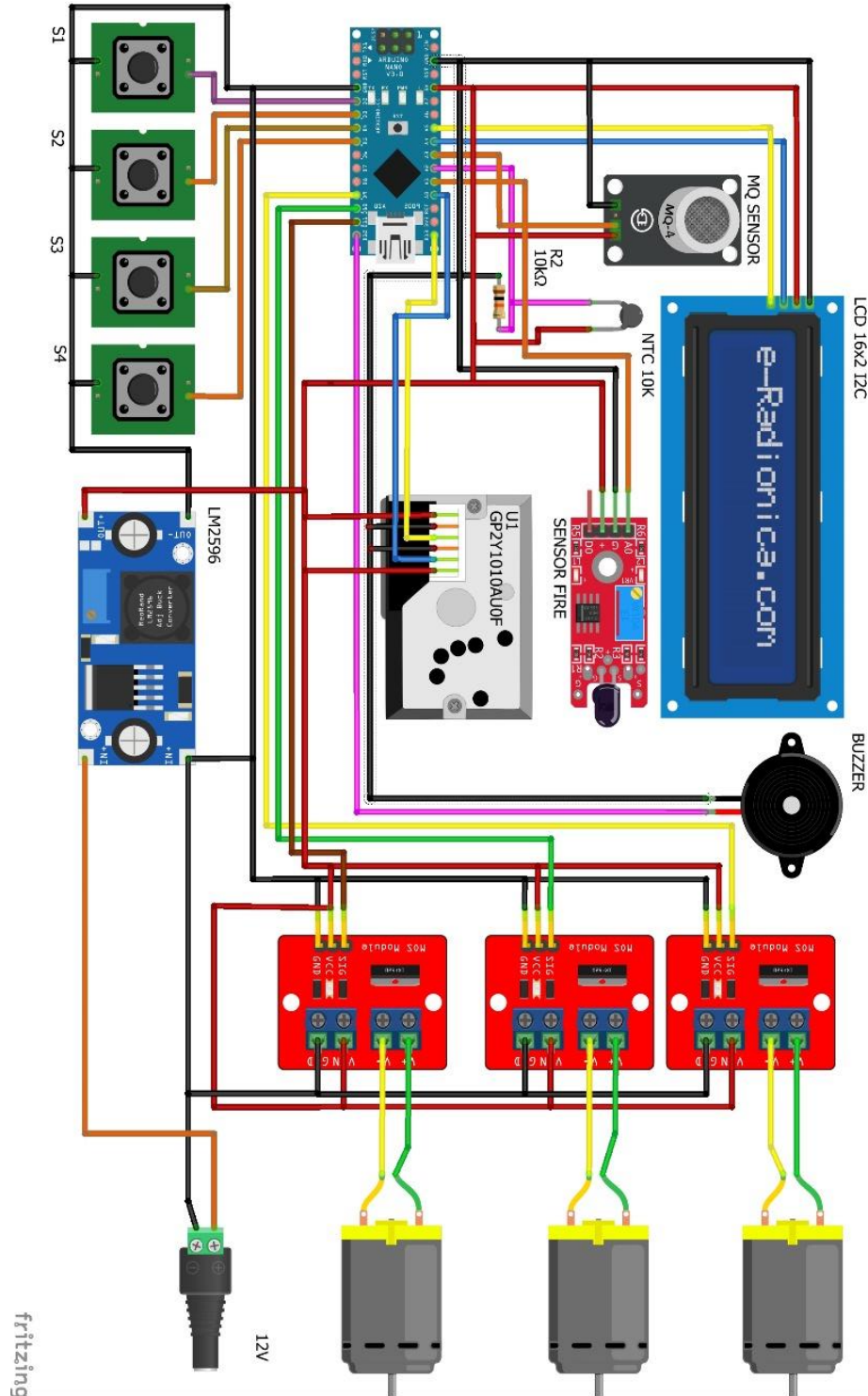
Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral Dan Batubara, Pub. L. No. 4, 1 (2009). <https://peraturan.bpk.go.id/Download/27833/UU%20Nomor%204%20Tahun%202009.pdf>

Yulia, S., & Chandriyanti, I. (2021). *Analisis Daya Saing Komparatif dan Kompetitif Ekspor Komoditas Batu Bara Tiga Negara Berkembang (Indonesia, Afrika Selatan dan Kolombia)*. 4(2), 99–110.



# LAMPIRAN

## Lampiran 1 : Hardware Wiring Diagram



Sumber : Dokumen Penulis

## Lampiran 2 : Program Arduino Nano pada Arduino IDE

```
//-----
//-----
// File Library
#include "LiquidCrystal_I2C.h"
#include "EEPROM.h"

// Definisikan Pin
#define BUZZER 12
#define MOTOR1 11
#define PUMP 9
#define B1 5
#define B2 4
#define B3 3
#define B4 2
#define DUST_LED 13
#define DUST_ADC A0
#define FLAME A1
#define NTC A2
#define MQ A3

// Definisikan EEPROM Setting
#define EE_MOTOR 0
#define EE_PUMP 2
#define EE_DUST 4
#define EE_TEMP 6
#define EE_MQ 8

// Definisikan Nilai
#define BOUNCE 100
#define OFFSET 2

// Global Variable
char lcdBuff[20];
float temp;
int flame;
int mq;
int dust;
int sp_temp, sp_mq, sp_dust, spd_motor, spd_pump;
bool pump_state = 1, motor_state = 1;
bool pump_status = 0, motor_status = 0;

// Deklarasikan Library File
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```



```

//-----
// SETUP, Jalankan sekali fungsi saat restart pertama kali
void setup() {
  Serial.begin(115200);    // Serial Komunikasi dengan PC
  lcd.begin();            // Setup Start LCD
  pinMode(BUZZER, OUTPUT); // Pin Sebagai Output
  pinMode(MOTOR1, OUTPUT);
  pinMode(PUMP, OUTPUT);
  pinMode(B1, INPUT_PULLUP); // Pin Sebagai Inputan tombol
  pinMode(B2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(B3, INPUT_PULLUP);
  pinMode(B4, INPUT_PULLUP);
  pinMode(FLAME, INPUT);
  readSettingEEPROM();
}

//-----
// LOOPING, Jalankan berkali-kali fungsi sampai restart kembali
void loop() {
  // Baca Tombol
  if (digitalRead(B2) == LOW) {
    while (digitalRead(B2) == LOW) {}
    beep(1, BOUNCE);
    menuSetting();
  } else if (digitalRead(B3) == LOW) {
    while (digitalRead(B3) == LOW) {}
    beep(1, BOUNCE);
    if (motor_state) {
      analogWrite(MOTOR1, spd_motor);
      motor_state = false;
      motor_status = true;
    } else {
      digitalWrite(MOTOR1, LOW);
      motor_state = true;
      motor_status = false;
    }
  } else if (digitalRead(B4) == LOW) {
    while (digitalRead(B4) == LOW) {}
    beep(1, BOUNCE);
    if (pump_state) {
      analogWrite(PUMP, spd_pump);
    }
  }
}

```

```

        pump_state = false;
        pump_status = true;
    } else {
        digitalWrite(PUMP, LOW);
        pump_state = true;
        pump_status = false;
    }
}
// Baca Sensor qw
temp = readTemperature(NTC);
if (temp < 0.0) temp = 0.0;
flame = readFlame(FLAME);
mq = readMQ(MQ);
dust = readDust();

// Keputusan Jika Sensor
if (temp >= sp_temp || flame == 1 || mq >= sp_mq || dust >=
sp_dust) {
    if (pump_state) {
        analogWrite(PUMP, spd_pump);
        pump_status = true;
    }
} else if (temp < sp_temp - OFFSET && flame == 0 && mq < sp_mq -
OFFSET && dust < sp_dust - OFFSET) {
    if (pump_state) {
        digitalWrite(PUMP, LOW);
        pump_status = false;
    }
}
// Tampilan LCD
char* fire = "NONE";
if (flame == 1) fire = "FIRE";
sprintf(lcdBuff, "T:%02i.%02iC  F:%s", int(temp), (int)(temp *
100) % 100, fire);
lcdPrint(0, 0, lcdBuff);
sprintf(lcdBuff, "M:%03i%%    D:%03i%%", mq, dust);
lcdPrint(0, 1, lcdBuff);
// Debug ke PC
Serial.print(F("Temp: "));
Serial.print(temp);
Serial.print(F("\tFlame: "));
Serial.print(flame);
Serial.print(F("\tMQ: "));
Serial.print(mq);
Serial.print(F("\tDust: "));

```

```
Serial.print(dust);  
Serial.print(F("\tPump: "));  
Serial.print(pump_status);  
Serial.print(F("\tMotor: "));  
Serial.print(motor_status);  
Serial.println();  
delay(50);
```

```
}
```

```
//-----
```

```
-----
```



### Lampiran 3 : Program Fungsi pada Arduino IDE

```
//-----
//-----
// Kumpulan Fungsi untuk menyederhanakan sebuah perintah
//-----
//-----
// Perintah LCD dalam 1 baris
void lcdPrint(uint8_t x, uint8_t y, char* msg) {
  lcd.setCursor(x, y);
  lcd.print(msg);
}
//-----
//-----
// Baca Suhu NTC 10K
float readTemperature(uint8_t pin) {
  const float R1 = 10000;
  const float c1 = 1.009249522e-03, c2 = 2.378405444e-04, c3 =
2.019202697e-07;
  int adc = analogRead(pin);
  float R2 = R1 * (1023.0 / (float)adc - 1.0);
  float logR2 = log(R2);
  float T = (1.0 / (c1 + c2 * logR2 + c3 * logR2 * logR2 *
logR2)); // KELvin
  float Tc = T -
273.15; // CELCIUS
  float Tf = (Tc * 9.0) / 5.0 +
32.0; // FARENHEIT
  return Tc;
}
//-----
//-----
// Baca Sensor Api dari ADC menjadi 0 - 100%
bool readFlame(uint8_t pin) {
  bool logic = !digitalRead(pin);
  return logic;
}
//-----readFlame-----
//-----
// Baca Sensor MQ dari ADC menjadi 0 - 100%
int readMQ(uint8_t pin) {
  int adc = analogRead(pin);
  int percent = map(adc, 0, 1023, 0, 100);
  return percent;
}
```

```

//-----
// Baca Debu dalam Persen
int readDust() {
    digitalWrite(DUST_LED, LOW);
    delayMicroseconds(280);
    int adc = analogRead(DUST_ADC);
    delayMicroseconds(40);
    digitalWrite(DUST_LED, HIGH);
    delayMicroseconds(9680);
    int percent = map(adc, 100, 750, 0, 100);
    if (percent < 0) percent = 0;
    if (percent > 100) percent = 100;
    return percent;
}
//-----

// Beep Berdasarkan Perulangan dan Jeda
void beep(int count, int wait) {
    for (int i = 0; i < count; i++) {
        digitalWrite(BUZZER, HIGH);
        delay(wait);
        digitalWrite(BUZZER, LOW);
        delay(wait);
    }
    digitalWrite(BUZZER, LOW);
}
//-----

// Baca Semua EEPROM Settingan
void readSettingEEPROM() {
    sp_temp = EEPROM.readInt(EE_TEMP);
    sp_dust = EEPROM.readInt(EE_DUST);
    sp_mq = EEPROM.readInt(EE_MQ);
    spd_pump = map(EEPROM.readInt(EE_PUMP), 0, 100, 0, 255);
    spd_motor = map(EEPROM.readInt(EE_MOTOR), 0, 100, 0, 255);
}
//-----

```

#### Lampiran 4 : Program Setting pada Arduino IDE

```

//-----
// Menu List Settingan SET POINT
//-----
void menuSetting() {
  lcd.clear();
  int menu = 1;
  while (true) {
    // Inputan Tombol
    if (digitalRead(B1) == LOW) {
      while (digitalRead(B1) == LOW) {}
      beep(1, BOUNCE);
      break;
    } else if (digitalRead(B2) == LOW) {
      while (digitalRead(B2) == LOW) {}
      beep(1, BOUNCE);
      setValue(menu);
    } else if (digitalRead(B3) == LOW) {
      while (digitalRead(B3) == LOW) {}
      beep(1, BOUNCE);
      menu--;
      if (menu < 1) menu = 5;
    } else if (digitalRead(B4) == LOW) {
      while (digitalRead(B4) == LOW) {}
      beep(1, BOUNCE);
      menu++;
      if (menu > 5) menu = 1;
    }
  }

  // Tampilan LCD
  lcdPrint(0, 0, " MENU SETTING ");
  switch (menu) {
    case 1: lcdPrint(0, 1, "< SET SP TEMP >"); break;
    case 3: lcdPrint(0, 1, "< SET SP DUST >"); break;
    case 2: lcdPrint(0, 1, "< SET SP MQ >"); break;
    case 4: lcdPrint(0, 1, "< SET SPD PUMP >"); break;
    case 5: lcdPrint(0, 1, "< SET SPD MOTR >"); break;
  }
}
  lcd.clear();
}

```

```

//-----
// Setting Nilai berdasarkan menu
void setValue(int menu) {
    lcd.clear();
    int value;
    // Baca EEPROM
    switch (menu) {
        case 1: value = EEPROM.readInt(EE_TEMP); break;
        case 2: value = EEPROM.readInt(EE_DUST); break;
        case 3: value = EEPROM.readInt(EE_MQ); break;
        case 4: value = EEPROM.readInt(EE_PUMP); break;
        case 5: value = EEPROM.readInt(EE_MOTOR); break;
    }
    // Looping Sampai Break
    while (true) {
        // Inputan Tombol
        if (digitalRead(B1) == LOW) {
            while (digitalRead(B1) == LOW) {}
            delay(BOUNCE);
            break;
        } else if (digitalRead(B3) == LOW) {
            delay(BOUNCE);
            value--;
            if (value < 1) value = 100;
        } else if (digitalRead(B4) == LOW) {
            delay(BOUNCE);
            value++;
            if (value > 100) value = 1;
        }
        // Tampilan LCD
        char* symbol = "%";
        if (menu == 1) symbol = "C";
        sprintf(lcdBuff, " VALUE: %03i %s ", value, symbol);
        switch (menu) {
            case 1: lcdPrint(0, 0, " SET SP TEMP "); break;
            case 3: lcdPrint(0, 0, " SET SP DUST "); break;
            case 2: lcdPrint(0, 0, " SET SP MQ "); break;
            case 4: lcdPrint(0, 0, " SET SPD PUMP "); break;
            case 5: lcdPrint(0, 0, " SET SPD MOTR "); break;
        }
        lcdPrint(0, 1, lcdBuff);
    }
    lcd.clear();
    lcdPrint(0, 0, " SIMPAN SETTING ");
}

```

```
lcdPrint(0, 1, " TULIS EEPROM ");  
// Tulis Ke EEPROM  
switch (menu) {  
  case 1: EEPROM.writeInt(EE_TEMP, value); break;  
  case 2: EEPROM.writeInt(EE_DUST, value); break;  
  case 3: EEPROM.writeInt(EE_MQ, value); break;  
  case 4: EEPROM.writeInt(EE_PUMP, value); break;  
  case 5: EEPROM.writeInt(EE_MOTOR, value); break;  
}  
// Baca Settingan EEPROM  
readSettingEEPROM();  
// Jeda dan Clear LCD  
delay(1000);  
lcd.clear();  
}  
//-----  
-----
```





**Lampiran 5: Biaya Biaya *Prototype***

NO.	SUB BAGIAN PROTOTIPE	URAIAN BAGIAN	JUMLAH	HARGA SATUAN	TOTAL
1	Diorama	Badan kapal tongkang	1	Rp 1.500.000,00	Rp 1.500.000
2	Sensor & Elektronika	Arduino Nano	1	Rp 40.000,00	Rp 40.000
		GP2Y1010AU0F (debu)	1	Rp 70.000,00	Rp 70.000
		KY-026 (api)	1	Rp 10.000,00	Rp 10.000
		MQ-135 (asap)	1	Rp 20.000,00	Rp 20.000
		NTC-10k (suhu)	1	Rp 5.000,00	Rp 5.000
		LCD 16x2 i2C	1	Rp 30.000,00	Rp 30.000
		Motor DC 5V	3	Rp 20.000,00	Rp 60.000
		Water pump 12V	1	Rp 30.000,00	Rp 30.000
		Relay DPDT	1	Rp 20.000,00	Rp 20.000
		Transistor D313	1	Rp 5.000,00	Rp 5.000
		OPTO PC817	1	Rp 20.000,00	Rp 20.000
		PCB	1	Rp 100.000,00	Rp 100.000
		LM2596	1	Rp 20.000,00	Rp 20.000
		Adaptor 12v 2A	1	Rp 50.000,00	Rp 50.000
		Konektor 4 pin	10	Rp 5.000,00	Rp 50.000
		Tact switch	5	Rp 1.000,00	Rp 5.000
		Spacer PCB 1cm	10	Rp 1.000,00	Rp 10.000
3	Komponen Pendukung	Selang air fleksible /meter	10	Rp 10.000,00	Rp 100.000
		Alas karet busa	3	Rp 30.000,00	Rp 90.000
		Cetak akrilik	1	Rp 300.000,00	Rp 300.000

		Bearing 693 ZZ	20	Rp 5.000,00	Rp 100.000
4	Program	Jasa pemograman	1	Rp 500.000,00	Rp 500.000
6	Lain-lain	Biaya kirim prototipe	1	Rp 200.000,00	Rp 200.000
		Biaya lain-lain	1	Rp 500.000,00	Rp 500.000
		Biaya evaluasi dan perbaikan	1	Rp 500.000,00	Rp 500.000
<b>TOTAL</b>					Rp 4.335.000

### Lampiran 6 : Rencana Jadwal Proyek

Timeline Kegiatan	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Sep
Pembuatan RAB												
Pembuatan Proyek												
Pengujian Proyek												
Penulisan Skripsi												
Sidang Skripsi												

**Lampiran 7 : Pemaparan dan Penjurian Rancang Bangun Sistem Sprinkle Air Otomatis Pada *Conveyor* di Pelabuhan Guna Mengurangi Polusi Udara Akibat Debu Batu Bara yang Berterbangan dalam Ajang Karya Ilmiah Internasional**



Sumber : Dokumen Penulis

**Lampiran 8 : Sertifikat Penghargaan Gold Medal dalam Ajang Karya Ilmiah Internasional**

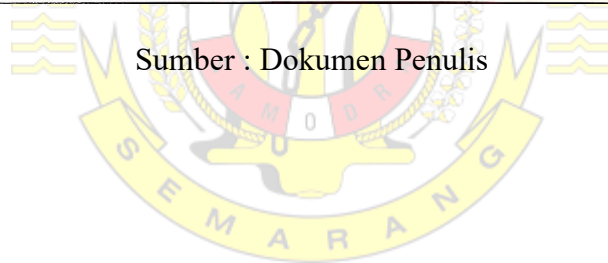


Sumber : Dokumen Penulis

**Lampiran 9 : Sertifikat Apresiasi dari Malaysia Young Scientists Organization (MYSO)**



Sumber : Dokumen Penulis



**Lampiran 10 : Sertifikat Penghargaan Best Booth dalam Ajang Karya Ilmiah Internasional**



Sumber : Dokumen Penulis

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Fendy Pradipta Rachman
2. Tempat, Tanggal Lahir : Semarang, 7 Januari 2002
3. NIT : 572011217604 T
4. Agama : Islam
5. Jenis Kelamin : Laki-Laki
6. Golongan Darah : O
7. Alamat : Bumi Wanamukti blok F3 No.9, Kel. Sambiroto, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah
8. Nama Orang tua :
  - Ayah : Supratino
  - Ibu : Sri Purwaningsih
9. Alamat : Perumahan Bumi Wanamukti blok F3 No.9, Kel. Sambiroto, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah
10. Riwayat Pendidikan :
  - SD : SD N 2 Sambiroto
  - SMP : SMP N 2 Semarang
  - SMA : SMA N 1 Semarang
  - Perguruan Tinggi : Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
11. Praktek Laut :
  - Perusahaan Pelayaran : PT. Karya Sumber Energi
  - Divisi / Bagian : Engine Cadet
  - Masa Praktik : 11 Agustus 2022 – 13 Agustus 2023