

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING
KEMIRINGAN BONGKAR MUAT DI KAPAL
BULK CARRIER MENGGUNAKAN SENSOR GY-521
BERBASIS LoRa**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

AJI PAMUNGKAS

NIT. 07.19.001.1.03

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

TAHUN 2024

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING
KEMIRINGAN BONGKAR MUAT DI KAPAL
BULKCARRIER MENGGUNAKAN SENSOR GY-521
BERBASIS LoRa**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

AJI PAMUNGKAS

NIT. 07.19.001.1.03

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AJI PAMUNGKAS

Nomor Induk Taruna : 07.19.001.1.03

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING KEMIRINGAN BONGKAR
MUAT DI KAPAL *BULK CARRIER* MENGGUNAKAN SENSOR GY-521
BERBASIS LoRa**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 2024

Materai 10.000

AJI PAMUNGKAS
NIT. 07.19.001.1.03

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **PERANCANGAN SISTEM MONITORING
KEMIRINGAN BONGKAR MUAT DI KAPAL
BULKCARRIER MENGGUNAKAN SENSOR GY-521
BERBASIS LoRa**

Nama Taruna : Aji Pamungkas

NIT : 07.19.001.1.03

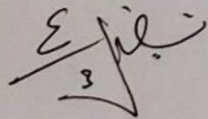
Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA, 19 Januari 2024

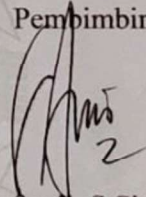
Menyetujui

Pembimbing I



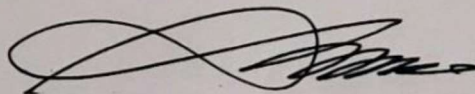
Edi Kurniawan, SST, MT
Penata (III/c)
NIP. 198312022019021001

Pembimbing II



Faris Nofandi, S.Si.T., M.Sc.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 198411182008121003

Mengetahui
Ketua Program Studi TRKK
Politeknik Pelayaran Surabaya



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 198005172005021003

PENGESAHAN SEMINAR LAPORAN AKHIR

**PERANCANGAN SISTEM MONITORING KEMIRINGAN
BONGKAR MUAT DI KAPAL *BULK CARRIER*
MENGUNAKAN SENSOR GY-521 BERBASIS LoRa**

Disusun dan Diajukan Oleh:

AJI PAMUNGKAS

NIT. 07 19 001 1 03

TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal, 26 Januari 2024

Menyetujui,

Penguji I



Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc.
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19851211 200912 2003

Penguji II



Maulidiah Rahmawati, S., Si., M.Sc.
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19770228 200604 2000

Penguji III



Edi Kurniawan, S.S.T., M.T.
Penata (III/c)
NIP. 19831202 201902 1001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Studi TRKK
Politeknik Pelayaran Surabaya



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19800517 200502 1003

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur, penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Oleh karena rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan ini dengan judul **“PERANCANGAN SISTEM MONITORING KEMIRINGAN BONGKAR MUAT DI KAPAL *BULKCARRIER* MENGGUNAKAN SENSOR GY-521 BERBASIS LoRa”**.

Penelitian ini dilaksanakan atas dasar ketertarikan peneliti pada sistem kemiringan pada kondisi bongkar muat kapal. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen yang ditekankan pada analisis obyek penelitian untuk mendapatkan validitas data dan membuat simpulan demi tercapainya tujuan penelitian yaitu menyajikan fakta data yang akurat real-time.

Selain sebagai tugas karya ilmiah terapan, makalah ini dibuat bertujuan memberi informasi kepada para pembaca tentang sistem keseimbangan pada kondisi operasional bongkar muat di atas kapal. Pembuatan makalah dengan judul **“PERANCANGAN SISTEM MONITORING KEMIRINGAN BONGKAR MUAT DI KAPAL *BULKCARRIER* MENGGUNAKAN SENSOR GY-521 BERBASIS LoRa”** diharapkan dapat memberikan manfaat dan wawasan pengetahuan bagi para pembaca untuk lebih memahami sistem keseimbangan pada kondisi operasional bongkar muat di atas kapal.

Selesainya makalah ini dibuat bukan hanya atas kemampuan penulis sendiri, tetapi banyak pihak yang mendukung dan membantu penulis dalam penyusunan makalah ini. Dalam kesempatan ini pula, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan makalah ini, antara lain kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini.
2. Bapak Moejiono, M.T M.Mar.E, selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.

3. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.pd. selaku Ketua Program Studi TRKK dan Ibu Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi TRKK.
4. Bapak Edi Kurniawan, SST.MT dan Bapak Faris Nofandi, S.Si.T., M.Sc selaku Pembimbing Karya Ilmiah Terapan yang selalu memberikan bimbingan dan masukannya sehingga makalah ini dapat terselesaikan.
5. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan berupa doa dan moral.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan makalah ini bukanlah tanpa kelemahan dan kekurangan, baik itu yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Dengan demikian semoga penelitian ini bermanfaat. Terima kasih.

SURABAYA,.....2024

AJI PAMUNGKAS
NIT 07.19.001.1.03

ABSTRAK

AJI PAMUNGKAS, Perancangan Sistem Monitoring Kemiringan Bongkar Muat Di Kapal Bulkcarrier Menggunakan Sensor GY-521 Berbasis Lora. Dibimbing oleh Edi Kurniawan, SST, MT dan Faris Nofandi, S.Si.T., M.Sc.

Masalah stabilitas kapal merupakan salah satu penyebab terjadinya kecelakaan kapal seperti kapal yang susah dikendalikan, tidak seimbang dan tenggelam, baik yang terjadi di laut saat pelayaran atau pada saat bongkar muat. Hal inilah yang melatarbelakangi perlunya peningkatan sistem keselamatan kapal untuk mengurangi kecelakaan kapal. Tujuan penelitian ini yaitu untuk melakukan pemantauan kemiringan bongkar muat secara akurat dan mengetahui jarak maksimum yang dapat terkoneksi dengan LoRa. Sistem kerja alat ini dibuat dengan maksud untuk mencegah kecelakaan kapal dan menciptakan sistem transportasi laut yang lebih baik. Proses kerja alat ini dilakukan dengan cara membaca sudut kemiringan kapal yang kemudian akan dibaca melalui layar LCD dan lampu LED akan menyala serta *buzzer* akan berbunyi jika mencapai sudut kemiringan tertentu. Sehingga memudahkan operator bongkar muat untuk mengatur muatan nya sehingga kapal tetap stabil.

Metodologi dan perancangan sistem alat karya ilmiah terapan yang akan dilakukan menggunakan metode penelitian eksperimen. Metode penelitian eksperimen yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan tersebut. Hasil penelitian pada karya ilmiah terapan ini yaitu tingkat keakuratan sensor gyroscope GY-521 mpu-6050 yaitu sebesar 98.71% dengan *error* sebesar 1.29% dan jarak LoRa Ra-02 SX1278 yang dapat dijangkau pada sistem *wireless* secara stabil yaitu sejauh 370m di perairan dan 205m di darat. Melebihi itu *receiver* tidak dapat menerima data lagi atau tidak valid.

Kata Kunci : *Stabilitas, Bongkar Muat, Eksperimen, sensor GY-521 Mpu-6050, LoRa Ra-02 SX1278*

ABSTRACT

AJI PAMUNGKAS, *Design of Loading and Unloading Tilt Monitoring System on Bulkcarrier Vessels Using Lora-Based Gy-521 Sensor. Mentored by Edi Kurniawan, SST, MT and Faris Nofandi, S.Si.T., M.Sc.*

Ship stability problems are one of the causes of ship accidents such as ships that are difficult to control, unbalanced and sinking, either at sea during shipping or during loading and unloading. This is the background for the need to improve ship safety systems to reduce ship accidents. The purpose of this research is to accurately monitor the loading and unloading slope and determine the maximum distance that can be connected to LoRa. The working system of this tool is made with the intention of preventing ship accidents and creating a better sea transportation system. The work process of this tool is done by reading the tilt angle of the ship which will then be read through the LCD screen and the LED lights will light up and the buzzer will sound if it reaches a certain tilt angle. Making it easier for loading and unloading operators to manage their cargo so that the ship remains stable.

The methodology and design of the applied scientific work tool system that will be carried out using experimental research methods. Experimental research methods are used to produce certain products, and test their effectiveness. The results of research on this applied scientific work are the accuracy of the gyroscope sensor GY-521 mpu-6050 which is 98.71% with an error of 1.29% and the distance of LoRa Ra-02 SX1278 that can be reached on a stable wireless system is as far as 370m in water and 205m on land. More than that the receiver cannot receive data anymore or is invalid.

Keywords: Stability, Loading and Unloading, Experiment, Sensor GY-521 Mpu-6050, LoRa Ra-02 SX1278

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SAMPUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR KIT	iii
PENGESAHAN PROPOSAL.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Penelitian.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	5
B. Landasan Teori	6
1. Stabilitas Kapal.....	6
2. Arduino Uno	8
3. LoRa (<i>Long Range</i>)	9
4. Sensor <i>Gyroscope</i>	11
5. <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i>	13
6. <i>Buzzer</i>	16
7. <i>Light Emitting Diode (LED)</i>	17
8. <i>Power Supply</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Perancangan Sistem.....	20
B. Perancangan alat	22

C. Rencana Pengujian.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
A. Uji Coba Produk.....	31
1. Pengujian Komponen	31
2. Perakitan Komponen	35
3. Pemrograman <i>Software</i>	38
B. Hasil Pengujian	39
C. Analisis Data	41
BAB V PENUTUP.....	47
A. Simpulan	47
B. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1. Titik Stabilitas Kapal	7
Gambar 2.2. Arduino Uno	8
Gambar 2.3. Ra-02 SX1278 LoRa Modul	10
Gambar 2.4. Modul MPU-6050	13
Gambar 2.5. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	14
Gambar 2.6. <i>Buzzer</i>	16
Gambar 2.7. <i>Light Emitting Diode</i> (LED)	17
Gambar 2.8. Adaptor AC-DC	18
Gambar 2.9. Baterai	19
Gambar 3.1. Blok Diagram	20
Gambar 3.2. Skematik <i>Transceiver</i>	24
Gambar 3.3 Skematik <i>Receiver</i>	24
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> LoRa <i>Transceiver</i>	26
Gambar 3.5. <i>Flowchart</i> LoRa <i>Receiver</i>	27
Gambar 3.6. Sketsa Kapal Tampak Samping	29
Gambar 3.7. Sketsa Kapal Tampak Atas	29
Gambar 4.1 Pengujian arduino uno	32
Gambar 4.2 Pengujian Sensor <i>Gyroscope</i>	32
Gambar 4.3 Pengujian LCD I2C	33
Gambar 4.4 Pengujian LED	34
Gambar 4.5 Alat LoRa <i>Transceiver</i>	35
Gambar 4.6 Alat LoRa <i>Receiver</i>	36

Gambar 4.7 Pengujian LoRa Ra-02 <i>Transceiver</i> dan <i>Receiver</i>	37
Gambar 4.8 Pengujian Jarak LoRa Diperairan dan Darat	37
Gambar 4.9 Pemrograman <i>Software</i>	39
Gambar 4.10 Peletakkan Busur dan Sensor	40
Gambar 4.11. Perbandingan Sensor dan Busur Derajat	40
Gambar 4.12 Pengujian Diperairan	43
Gambar 4.13 Pengujian Didarat	44
Gambar 4.14 Pengujian Jarak Diruang Tertutup	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 2.2. Tabel Deskripsi Arduino Uno	9
Tabel 2.3. Konfigurasi Pin LCD 16x2	14
Table 3.1 Koneksi Pin Arduino Uno <i>Receiver</i>	24
Tabel 3.2 Koneksi Pin Arduino Uno <i>Transceiver</i>	25
Tabel 4.1 Hasil Perbandingan Sensor Dan Busur Derajat	41
Tabel 4.2 Hasil <i>Error</i> Sensor dan Busur	42
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Jarak Diperairan.....	43
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Jarak Didarat	44
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Jarak Ruang Tertutup	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1.1 <i>Coding Software Transceiver</i>	50
Lampiran 1.2 <i>Coding Software Receiver</i>	53
Lampiran 1.3 Uji Coba Alat	56
Lampiran 1.4 Proses Pengambilan Data	56

DAFTAR SINGKATAN

AC	: <i>Alternating Current</i>
APD	: <i>Alat Pelindung Diri</i>
CGRAM	: <i>Character Generator Random Access Memory</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
DDRAM	: <i>Double Data Random Access Memory</i>
DMP	: <i>Digital Motion Processing</i>
DR	: <i>Data Register</i>
GND	: <i>Ground</i>
HT	: <i>HandyTalky</i>
I/O	: <i>Input/Output</i>
I2C	: <i>Inter-Integrated Circuit</i>
IDE	: <i>Integrated Development</i>
IMO	: <i>International Maritime Organization</i>
IMU	: <i>Inertial Measurement Unit</i>
IR	: <i>Instruction Register</i>
KB	: <i>Kilo Byte</i>
KNKT	: <i>Komisi Nasional Keselamatan Transportasi</i>
KHz	: <i>Kilo Hertz</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
LED	: <i>Light Emitting Diode</i>
LoRa	: <i>Long Range</i>
mA	: <i>mili Ampere</i>
MHz	: <i>Mega Hertz</i>
PVC	: <i>Polyvinyl Chloride</i>
R/W	: <i>Read/Write</i>
RS	: <i>Register Selector</i>
SCL	: <i>Serial Clock</i>
SDA	: <i>Serial Data</i>
SPI	: <i>Serial Peripheral Interface</i>
USB	: <i>Universal Serial Bus</i>
V	: <i>Volt</i>
VCC	: <i>Virtual Credit Card</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Masalah stabilitas kapal merupakan salah satu penyebab terjadinya kecelakaan kapal seperti kapal yang susah dikendalikan, tidak seimbang, kandas dan tenggelam, baik yang terjadi di laut saat pelayaran atau saat bongkar muat. Efektivitas dan keamanan bongkar muat agar dipastikan untuk memperhatikan prinsip pemuatan yaitu perlindungan awak kapal tentang keselamatan jiwa kru dan perwira, selama awak kapal yang melakukan aktivitas selalu terlindungi dari segala resiko yang dapat mengakibatkan awak kapal cedera seperti menggunakan Alat Pelingung Diri (APD), menjaga keseimbangan kapal selama bongkar muat dan pada saat berlayar, membutuhkan pertimbangan perencanaan cargo sebagai upaya peningkatan keselamatan kapal selama pelayaran.

Diperlukan juga sistem bongkar muat cargo dikapal, salah satu rencana penyimpanan. Menurut kapten. Istopo (1999: 47) *stowage plan* adalah rencana pengaturan muatan dibuat atau direncanakan sebelum pemuatan kargo dimulai, untuk semua Kargo dikapal. Gambar tidak perlu diskalakan dengan tepat, tetapi harus dapat menunjukkan perkiraan dan jumlah perbandingan kargo karena ini adalah satu-satunya sumber informasi agen pelayaran, bongkar muat, PBM dan bongkar muat, mulai dari penataan kargo hingga pelabuhan tertentu.

Menurut sub komite investigasi kecelakaan pelayaran KNKT per-November 2016 sejak 5 tahun terakhir telah terjadi setidaknya 15 kali kecelakaan kapal laut atau sebanyak 3 kali lipat dibandingkan dengan kejadian 2010 yaitu sebanyak 5 kejadian. Jenis kecelakaan yang terjadi rentang 2010 hingga 2016

didominasi oleh kapal tenggelam dan terbakar atau meledak. Kejadian kapal tenggelam yang terjadi pada 14 Januari 2014, yaitu kecelakaan kapal jenis *roll on-roll off*, keberangkatannya didermaga 107 pelabuhan Tanjung Priok dan akhirnya (ro-ro) KM Bangka Jaya Line (BJL-1) yang nyaris terbalik dan tenggelam pada posisi kemiringan 90 derajat.(Anshari, D. F.,2014)

Proses bongkar muat yang kurang baik mengakibatkan kapal menjadi tidak seimbang hal ini berdampak kapal terbalik. Oleh karena itu faktor keselamatan kapal saat bongkar muat dan berlayar telah menjadi perhatian secara global dan diatur melalui organisasi internasional IMO (*International Maritime Organization*). Bagian dari SOLAS yang berkaitan dengan bongkar muat terkandung dalam Bab VI (*Carriage of Cargoes*) dan Bab VII (*Carriage of Dangerous Goods*) yang mencakup persyaratan dan tindakan yang harus diikuti crew kapal dan operator supaya bongkar muat dengan aman. (SOLAS,1974).

Pelaksanaan Bongkar muat dikapal tempat penulis praktek laut yaitu MV.ABUSAMAH dengan cara operator bongkar menginformasikan kepada jurumudi jaga ketika kapal miring menggunakan *Handitalky(HT)* dan begitupun sebaliknya Jurumudi akan menginformasikan kepada operator pemuatan ketika kapal miring sehingga operator akan berhenti melakukan pemuatan atau berpindah untuk proses pemuatannya. Hal ini dapat terhambat jika *Handitalky(HT) battery* nya habis atau tidak dapat menerima sinyal jika Jurumudi sedang berada di luar jangkauan. Hal inilah yang melatar belakangi perlunya peningkatan sistem keselamatan kapal untuk mengurangi kecelakaan kapal seperti kapal kandas dan terbalik. Oleh karena itu, saran dari peneliti sebelumnya perlu untuk adanya model alat otomatis kemiringan kapal dan juga sistem mengontrol kemiringan kapal

berbasis radio frekuensi, penulis tertarik dengan argumentasi diatas untuk mengambil Karya Ilmiah terapan yang berjudul: “Perancangan sistem monitoring kemiringan bongkar muat di kapal *bulkcarrier* menggunakan sensor GY-521 berbasis LoRa”. Sistem kerja alat ini dibuat menggunakan LoRa sebagai komunikasi jarak jauh dengan maksud supaya data yang diterima secara *real time* dan tidak terganggu jaringan koneksi internet. Proses kerja alat ini dilakukan dengan cara membaca sudut kemiringan kapal yang kemudian akan dibaca melalui layar LCD dan lampu LED akan menyala serta *buzzer* akan berbunyi jika mencapai sudut kemiringan tertentu. Sehingga memudahkan operator untuk mengatur muatannya sehingga kapal tetap stabil.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan diatas, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem monitoring keseimbangan bongkar muat di kapal *bulkcarrier* menggunakan sensor GY-521 dengan akurat ?
2. Bagaimana merancang sistem yang dapat mengirimkan data derajat kemiringan dengan akurat secara *wireless* menggunakan LoRa Ra-02 ?

C. Batasan Masalah

Sesuai dengan masalah yang timbul tersebut maka terdapat batasan masalah sebagai berikut :

1. Dalam proyek Karya Ilmiah Terapan ini akan disimulasikan menggunakan *prototype* kapal *bulkcarrier*.
2. Mendeteksi kemiringan kapal menggunakan sensor GY-521 MPU-6050.
3. Karya Ilmiah Terapan ini menggunakan Ra-02 SX1278 LoRa sebagai

komponen komunikasi jarak jauh yang mempunyai maksimum range sebagai analogi simulasi pada saat kondisi kapal bongkar muat didermaga.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam Karya Ilmiah Terapan adalah sebagai berikut:

1. Untuk merancang sistem monitoring yang dapat melakukan pemantauan kemiringan bongkar muat kapal *bulkcarrier* secara akurat.
2. Untuk mengetahui jarak maksimum yang dapat terkoneksi dengan LoRa Ra-02 sehingga data yang diterima dan dikirim akurat.

E. Manfaat Penelitian

Adapun pembuatan Karya Ilmiah Terapan diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Secara Teoritis
 - a. Penelitian ini memberikan kontribusi pengetahuan tentang perancangan sistem monitoring kemiringan bongkar muat di kapal *bulkcarrier*.
 - b. Dengan adanya sistem ini dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional bongkar muat kapal *bulkcarrier*.
2. Manfaat secara praktis
 - a. Mengetahui derajat kemiringan kapal pada saat bongkar muat secara akurat dan *real time*.
 - b. Dengan menggunakan teknologi LoRa, sistem monitoring ini dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh.
 - c. Meningkatkan keselamatan bongkar muat di kapal *bulkcarrier*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Pada karya ilmiah terapan ini diperlukan sebuah *review* yang digunakan untuk membantu proyek akhir ini dapat terlaksana dengan baik dan optimal. Oleh karena itu, penulis membutuhkan *review* penelitian sebelumnya. Berikut ini merupakan *review* penelitian sebelumnya yang digunakan untuk referensi oleh penulis antara lain:

Tabel 2.1. *Review* Penelitian Sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
Ahmad Baedowi , (Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember,2018)	RANCANG BANGUN <i>PROTOTYPE</i> KESEIMBANGAN KAPAL TERHADAP BEBAN BERAT DENGAN MENGGUNAKAN <i>GYROSCOPE</i> BERBASIS ARDUINO	Dari hasil penelitian tersebut dapat diambil sebuah hasil yaitu Sistem keseimbangan ini dikendalikan oleh mikrokontroller arduino. Sistem ini terdiri dari 2 pompa air yang di pasang di sebelah kanan dan kiri kapal sehingga kapal akan menjadi seimbang dengan cara memindahkan air yang ada didalam dengan pompa tersebut. Untuk mengetahui kemiringan kapal tersebut menggunakan sensor <i>gyroscope</i> yang akan mengatur kedua pompa air. Keseimbangan kapal tersebut akan di tampilkan pada LCD.	Pada Penelitian sebelumnya menggunakan pompa air yang di pasang pada kanan dan kiri kapal untuk memindahkan air dalam tanki supaya kapal tetap seimbang dan sensor <i>gyroscope</i> untuk mendeteksi kemiringan dan mengatur kedua pompa tersebut. Sedangkan pada penelitian ini hanya monitoring derajat kemiringan kapal yang kemudian akan di tampilkan pada LCD. Jika terjadi kemiringan maka akan ada tanda peringatan yaitu LED dan <i>buzzer</i> akan menyala.
Abdurrasyid, Herman Bedi Agtriadi, dan Linda Alifiana (Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknik PLN,2017)	PEMANFAATAN <i>RASPBERRY PI</i> PADA MODEL SISTEM MONITORING STABILITAS KEMIRINGAN KAPAL PENUMPANG UNTUK ANTISIPASI	Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah model alat stabilitas pada kapal penumpang, dengan menggunakan <i>raspberry</i> sebagai <i>server</i> yang mengelola data kemiringan yang akan dikirimkan datanya ke <i>smartphone</i> android sehingga diharapkan dapat	Pada penelitian sebelumnya menggunakan <i>raspberry pi</i> sebagai <i>server</i> yang data nya akan di kirimkan ke <i>smartphone</i> . Sedangkan pada penelitian ini menggunakan <i>wireless</i> yaitu LoRa sebagai komponen komunikasi

Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian
	KECELAKAAN	membantu nahkoda untuk memantau dan mengetahui keadaan kapal. Harapan dari penelitian ini adalah bisa dijadikan sebagai acuan untuk mengantisipasi kecelakaan pada kapal penumpang.	jarak jauh.

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

B. Landasan Teori

Landasan teori pada bab ini mengacu pada stabilitas kapal dan karakteristik setiap komponen yang digunakan pada karya ilmiah terapan ini dengan judul “Perancangan sistem monitoring kemiringan bongkar muat di kapal *bulkcarrier* menggunakan sensor GY-521 berbasis LoRa” oleh karena itu, dibutuhkan teori yang mendukung karya ilmiah terapan ini , diantaranya sebagai berikut:

1. Stabilitas Kapal

Stabilitas kapal merupakan sifat kapal yang dapat kembali ke posisi semula atau tegak kembali setelah mengalami kemiringan dikarenakan gaya/pengaruh dari luar dan dari dalam. (Taylor, 1977) Pengaruh dari luar misalnya ombak dan angin, kapal akan goyang. Sedangkan pengaruh dari dalam yaitu tata letak cargo, bentuk ukuran kapal, kebocoran karena kandas atau tubrukan. Kapal harus mempunyai stabilitas yang baik, sehingga kapal dapat kembali ke posisinya semula untuk menjamin keselamatan kapal tersebut saat berlayar. Teori stabilitas, yang mengacu pada stabilitas kapal pada senget kecil (antara $0^\circ - 15^\circ$). Stabilitas awal ditentukan tiga titik, yaitu titik berat atau titik G (*Center of Gravity*), titik apung atau titik B (*Center of Buoyance*), dan titik M

(*Metacenter*). Secara teori titik titik dalam stabilitas kapal dapat dilihat pada gambar 2.1.

a. Titik apung B (*center of buoyance*)

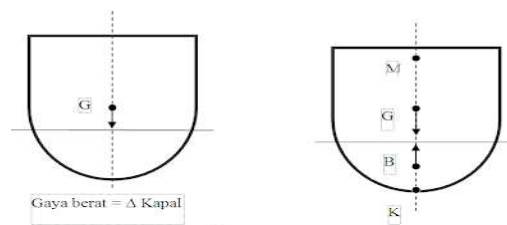
Titik resultan gaya berat geometris badan kapal yang berada dalam air yang memberikan tekanan ke atas. Titik B memiliki sifat tidak tetap karena adanya pengaruh perubahan sarat kapal. Titik B menyebabkan kapal mampu tegak kembali setelah mengalami kemiringan. Letak titik B tergantung terhadap besar kecilnya sudut kemiringan kapal. Jika kapal mengalami kemiringan, maka titik B berpindah ke sisi yang lebih rendah.

b. Titik G (*center of gravity*)

Titik resultan gaya berat seluruh bagian kapal yang menekan ke bawah. Penambahan, pengurangan atau pemindahan muatan pada kapal dapat mempengaruhi letak titik G. Letak titik G pada kapal tanpa muatan ditentukan dari hasil percobaan kemiringan.

c. Titik metasentris M (*metacenter*)

Titik semu yang letaknya berubah apabila sudut kemiringan kapal besar ($>15^\circ$). Jika kapal mengalami kemiringan, maka titik B bergerak sepanjang busur dengan titik M sebagai pusatnya pada garis CL.

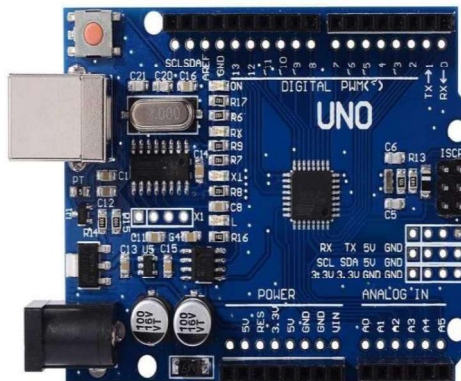


Gambar 2.1. Titik Stabilitas Kapal

Sumber : <https://www.maritimeworld.web.id>

2. Arduino Uno

Arduino merupakan sebuah platform yang bersifat *open source*. Arduino juga dapat menjadi alat pengembang kombinasi antara *hardware*, bahasa pemrograman dan IDE (*Integrated Development*). IDE merupakan suatu *software* yang memiliki fungsi untuk menulis program, menyimpan dan mengunggah ke memori mikrokontroler (Djuandi, F.,2011). *Board* ini mempunyai sejumlah pin *input/output* (I/O) *digital* dan *analog* yang dapat bekerja untuk menghubungkan sensor, aktuator, serta perangkat elektronik lainnya. Untuk menghidupkan arduino uno, cukup sambungkan *board* arduino uno dengan kabel USB atau catu daya dengan adaptor AC ke DC atau baterai.



Gambar 2.2. Arduino Uno

Sumber : musbikhin.com

Pada gambar 2.2 menggambarkan arduino uno sebagai *board* mikrokontroler populer yang menampilkan fitur-fitur seperti mikrokontroler ATmega328P, pin *input/output*, konektivitas USB, sumber daya, IDE, *library* dan *sketch*. Tabel 2.2 merupakan deskripsi arduino uno.

Tabel 2.2. Tabel Deskripsi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega 328
Tegangan pengoperasian	5 V
Tegangan <i>input</i> yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan <i>input</i>	6-20 V
Jumlah pin I/O <i>digital</i>	14 pin <i>digital</i> (6 diantaranya menyediakan keluaran pin PWM)
Jumlah pin <i>input analog</i>	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Memori <i>flash</i>	32 KB (Atmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (Atmega 328)
EPROM	1 KB (Atmega 328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

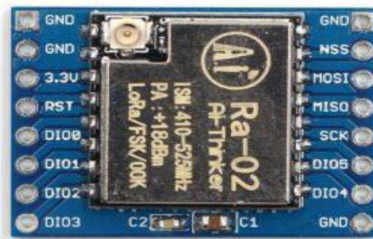
Sumber :<http://dialogsimponi.blogspot.com>

3. LoRa (*Long Range*)

LoRa adalah salah satu modul yang paling hemat energi saat digunakan. (Aoudia et al., 2017) LoRa mendukung teknologi SPI dalam jalur komunikasinya, yang akan diterapkan pada pengujian ini. LoRa adalah modul yang dapat mendukung pengiriman jarak jauh data yang sangat besar. LoRa sendiri telah diuji oleh teknisi bersertifikat. Dengan teknologi jalur-jalur komunikasi yang berbasis daya rendah yang semakin populer, Lora menjadi lebih disukai oleh konsumen dalam beberapa tahun.

Operasional *LoRa (Long Range)* terdapat tiga bagian utama yaitu LoRa *end devices* yang tersambung ke *LoRa radio interface* ataupun dibeberapa *LoRa gateway* yang merupakan *NetServer*, pusat dari arsitektur jaringan. *NetServer* ini digunakan untuk server jaringan yang mengontrol semua jaringan *LoRa (Radio Resource Management, Admission Control, dan Security)*. Sebagai sebuah teknologi komunikasi nirkabel, *LoRa* dapat digunakan untuk sensor monitoring

object tracking. *LoRa end devices* memungkinkan mengirimkan data dari objek yang dilihat secara terus menerus. Dalam penggunaannya, *end-devices* dari *LoRa* akan menghasilkan *energy RF ambient* yang dapat digunakan sebagai sumber *RF energy harvesting*. (Diana et al., 2017).



Gambar 2.3. Ra-02 SX1278 LoRa Modul

Sumber : sonoku.com

Fitur utama yang terdapat di *LoRa* yaitu :

1. *Geolocation*, fungsi ini memungkinkan untuk mendeteksi lokasi Keberadaan objek tersebut secara akurat.
2. Konsumsi daya rendah: Perangkat LoRa dirancang untuk beroperasi dengan daya rendah, sehingga cocok untuk aplikasi bertenaga baterai. Hal ini memungkinkan masa pakai baterai yang lebih lama, sehingga ideal untuk perangkat yang perlu beroperasi dalam waktu lama tanpa sering mengganti baterai.
3. Infrastruktur berbiaya rendah: Jaringan LoRa biasanya menggunakan *topologi* bintang-bintang, di mana perangkat akhir berkomunikasi dengan perangkat *gateway* yang terhubung keinternet. Arsitektur terdesentralisasi ini dapat diimplementasikan dengan biaya yang relatif rendah,

membuatnya menarik untuk penerapan skala besar.

4. Konsumsi daya rendah, konsumsi daya yang dibutuhkan hanya kisaran Dari 13mA hingga 15mA. Jadi baterai bertahan selama 10-20 tahun.
5. Jarak jauh, satu unit LoRa dapat mengirimkan 100KM.
6. *Enkripsi* AES128 *end-to-end* tertanam yang aman.
7. Kapasitas besar, mendukung jutaan pesan per base station, ideal untuk operator jaringan publik yang melayani banyak pengguna.

4. Sensor *Gyroscope*

Sensor IMU biasanya memiliki sensor akselerometer dan sensor *gyroscope* (Filippeschi et al., 2017). *Inertial Measurement Unit (IMU)* adalah alat yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti *gyroscope* dan akselerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi suatu benda. Secara umum IMU diterapkan untuk sistem navigasi. Keperluan sistem navigasi diperlukan informasi kecepatan sudut dan posisi sudut. Modul sensor GY-521 MPU-6050 dapat dikoneksikan dengan mikrokontroler Arduino Uno secara mudah dengan protokol komunikasi serial I2C dan memberikan informasi berupa posisi sudut. Sensor *gyroscope* yang digunakan adalah MPU-6050 yaitu modul inti dari MPU-6050, unit pemrosesan terdiri dari 6 axis sumbu dengan penambahan *regulator* tegangan dan beberapa komponen pelengkap lainnya yang memungkinkan modul digunakan dengan tegangan suplai 3-5VDC.

Modul ini memiliki antarmuka I2C dan dapat langsung dihubungkan ke MCU berkemampuan I2C. Sensor MPU-6050 berisi akselerometer MEMS terintegrasi dan *gyroscope* MEMS. Sensornya sangat akurat dan perangkat keras *internal* dilengkapi dengan ADC 16-bit untuk setiap saluran. Sensor ini

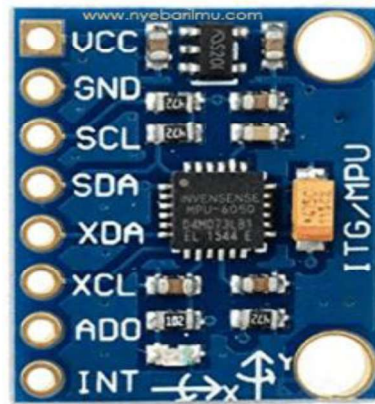
menangkap nilai saluran sumbu X, Y, dan Z secara bersamaan. Modul MPU-6050 mengintegrasikan *gyroscope* 3-sumbu dan akselerometer 3-sumbu pada chip silikon yang sama, bersama dengan prosesor gerak digital yang menangani algoritma fusi gerak 6-sumbu yang kompleks. Perangkat ini dapat mengakses magnetometer *eksternal* atau sensor lainnya.

Berikut merupakan spesifikasi Modul ini :

1. *Gyroscope* 2 sumbu:
 - a. Rentang pengukuran: $\pm 250^{\circ}/\text{dtk}$, $\pm 500^{\circ}/\text{dtk}$, $\pm 1000^{\circ}/\text{dtk}$ atau $\pm 2000^{\circ}/\text{dtk}$ (opsional)
 - b. Resolusi: tergantung pada rentang pengukuran yang dipilih
 - c. Kesalahan respons: $\pm 0,01^{\circ}/\text{dtk}$
2. Kecepatan keluaran:
 - a. Laju pengambilan sampel (frekuensi pengambilan sampel): hingga 1kHz
 - b. *Digital Low Pass Filter (LPF)*: Tersedia beberapa konfigurasi
3. Komunikasi:
 - a. Antarmuka *digital*: I2C (*Inter-Integrated Circuit*) atau SPI (*Serial Peripheral Interface*)
4. Tegangan Operasi:
 - a. Rentang Tegangan VDD: 2.375V hingga 3.46V
 - b. Tegangan VLOGIC: 1.8V ke VDD
5. Konsumsi Daya ;
 - a. Penggunaan daya aktif: 3,6mA
 - b. Mode Tidur: $< 5\mu\text{A}$

6. Fitur lainnya:

- a. Sensor temperatur *internal*.
- b. Sensor *Motion Detection* (deteksi gerakan) dengan pengaturan *threshold* (ambang batas) dan durasi.
- c. Sensor *Zero Motion Detection* (deteksi tidak bergerak) dengan pengaturan *threshold* (ambang batas) dan durasi.
- d. *Digital Motion Processing* (DMP) untuk pengolahan sensor data yang lebih kompleks.



Gambar 2.4. Modul MPU-6050

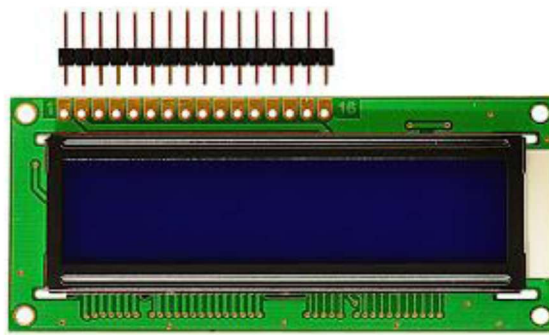
Sumber : <https://www.nyebarilmu.com>

5. *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah teknologi layar yang menggunakan kristal cair untuk menghasilkan gambar, kristal cair tersebut dapat dikontrol oleh arus listrik untuk memanipulasi cahaya yang melewatinya, sehingga menghasilkan tampilan teks, gambar, atau video (Johnson, 2021). Alasan mengapa LCD dapat menampilkan teks atau gambar adalah banyaknya titik cahaya (piksel) yang tersusun dari satu kristal cair sebagai satu titik cahaya. Meskipun kristal cair ini disebut titik cahaya ,

tetapi tidak memancarkan cahaya sendiri.

LCD *multi*-karakter 16x2 sering digunakan, yang berarti 16 mewakili kolom dan 2 mewakili baris. LCD 16x2 membutuhkan *driver* agar dapat terhubung ke sistem terkecil dalam mikrokontroler. *Driver* yang disebutkan berisi sirkuit pengaman, pengontrol kecerahan dan level data, dan mempermudah pemasangan pada mikrokontroler.



Gambar 2.5. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Sumber ; <http://www.arduino.web.id/>

Konfigurasi pin LCD 16x2 dapat ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Konfigurasi Pin LCD 16x2

No. Kaki/Pin	Nama	Keterangan
1	VCC	+5V
2	GND	0V
3	VEE	Tegangan Kontras LCD
4	RS	<i>Register Select</i>
5	R/W	1= <i>Read</i> , 0= <i>Write</i>
6	E	<i>Enable Clock LCD</i>
7	D0	Data bus 0
8	D1	Data bus 1
9	D2	Data bus 2

No. Kaki/Pin	Nama	Keterangan
10	D3	Data bus 3
11	D4	Data bus 4
12	D5	Data bus 5
13	D6	Data bus 6
14	D7	Data bus 7
15	ANODA	Tegangan <i>Backlight</i> Positif
16	KATODA	Tegangan <i>Backlight</i> Negatif

Sumber : <http://www.arduino.web.id/>

Prinsip kerja LCD yaitu Setiap data diterima atau dikirim untuk mengaktifkan LCD, sinyal *chip Enable* (E) harus berubah dari logika 1 ke logika 0. Untuk menerima data dari mikrokontroler, data diterima melalui pin D1-D7. Pin 5 (R/W) LCD harus diatur kelogika nol dan logika untuk mengirim data ke mikrokontroler. Pada saat yang sama, *Instruction Register* (IR) atau *Data Register* (DR) dipilih oleh pin *Register Selector* (RS). Ketika RS berlogika 1 dan R/W berlogika 1, akan membaca data dari DDRAM atau CGRAM ke dalam *register* DR. Karakter yang ditampilkan disimpan dalam DDRAM. Ketika RS bernilai 1 dan nilai R/W adalah 1, operasi untuk menulis data ke DDRAM atau CGRAM dilakukan.

Fungsi tampilan pada aplikasi mikrokontroler sangat penting, diantaranya :

1. Menampilkan pesan.
2. Men-debug program.
3. Pemantauan Proses.
4. Mengetahui hasil dari proses.
5. Memastikan informasi yang dimasukkan sudah benar.

6. Buzzer

Smith (2022) menjelaskan bahwa *buzzer* adalah komponen elektronik yang menghasilkan suara atau bunyi yang berulang-ulang. Didalam konteks arduino, *buzzer* digunakan untuk memberikan umpan balik audio atau untuk membuat efek suara dalam proyek elektronik. Jenis yang umum ditemukan di pasaran adalah jenis piezoelektrik. Karena tipe ini memiliki keunggulan seperti harga yang relatif murah dan aplikasi yang mudah dalam rangkaian elektronik. Saat memilih *buzzer*, pertimbangkan faktor-faktor seperti *output* suara yang diperlukan, kompatibilitas tegangan, frekuensi operasi, dan ukuran.

Cara kerja *buzzer* yaitu Ketika sumber listrik atau tegangan listrik dialirkan ke dalam suatu rangkaian menggunakan arus piezoelektrik, maka terjadi gerakan mekanis pada rangkaian piezoelektrik tersebut. gerakan tersebut yang mengubah energi listrik menjadi energi bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia. Piezoelektrik menghasilkan frekuensi antara 1-5 kHz dan 100 kHz diterapkan pada *ultrasound*. Tegangan operasi piezoelektrik umumnya antara 3VDC dan 12VDC.



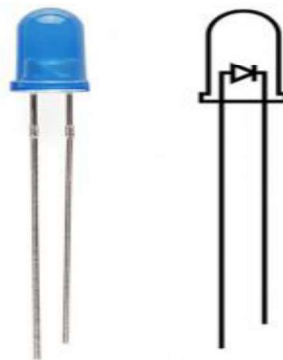
Gambar 2.6. *Buzzer*

Sumber : <https://indobot.co.id>

7. *Light Emitting Diode (LED)*

Light-Emitting Diode (LED) adalah semikonduktor elektronik yang mengubah energi listrik menjadi cahaya melalui proses *electroluminescence*. (Johnson, 2021:45) LED telah menjadi teknologi yang sangat penting dan populer dalam berbagai aplikasi, termasuk penerangan, tampilan elektronik, pensinyalan, dan lain-lain. Keunggulan LED antara lain efisiensi energi tinggi, umur panjang, ukuran kecil, dan kemampuan menghasilkan cahaya dalam berbagai warna. LED juga dapat dikontrol dengan mudah, menghasilkan cahaya yang stabil, dan tidak mengandung merkuri. Teknologi LED terus berkembang dengan peningkatan efisiensi, kecerahan, dan rentang warna yang lebih luas, membuka peluang baru dalam berbagai aplikasi pencahayaan dan tampilan *visual*

Arduino uno memiliki beberapa pin *digital* yang dapat digunakan untuk mengontrol LED. Biasanya, LED terhubung ke pin keluaran *digital* Arduino melalui resistor pembatas arus. Resistor ini diperlukan untuk melindungi LED dari arus yang terlalu banyak, yang dapat merusak LED.



Gambar 2.7. *Light Emitting Diode (LED)*

Sumber : <https://learn.sparkfun.com>

8. *Power Supply*

Power supply merupakan sebuah peralatan elektronika daya yang berfungsi sebagai penyedia daya (tegangan dan arus) untuk peralatan lainnya dengan prinsip mengubah tegangan listrik yang tersedia dari jaringan jala-jala ke nilai yang dibutuhkan beban [Tohir, Nuril I, 2016]. Arduino uno membutuhkan tegangan sekitar 5V agar dapat berfungsi dengan baik. Beberapa opsi daya dapat digunakan dengan Arduino Uno:

a. Adaptor AC-DC:

Adaptor AC-DC adalah sumber daya *eksternal* yang mengubah tegangan AC (arus bolak-balik) dari saluran listrik menjadi tegangan DC yang sesuai untuk arduino uno seperti pada gambar 2.8. Adaptor ini seringkali memiliki *output* 5V, yang memiliki arus yang cukup untuk memberi daya pada Arduino Uno. Pastikan adaptor yang digunakan memiliki colokan atau konektor yang sesuai dengan konektor daya arduino uno. Adaptor AC-DC dapat dicolokkan ke stopkontak.



Gambar 2.8. Adaptor AC-DC

Sumber : <https://sainapse.com.my>

b. Baterai

Baterai adalah perangkat portabel untuk menyimpan energi listrik dan

mengisi daya perangkat elektronik seperti pada gambar 2.9. Baterai juga dapat digunakan sebagai sumber listrik Arduino uno yang membutuhkan tegangan sekitar 5V untuk beroperasi. Untuk memastikan bahwa tegangan ke Arduino tetap konstan di sekitar 5V, perlu menggunakan regulator tegangan karena baterai tidak selalu memberikan tegangan yang stabil.



Gambar 2.9. Baterai

Sumber : <https://autounidos.com.br/>

Perhatikan arus keluaran dari sumber listrik yang digunakan. Arduino uno memiliki batas arus pengaman *maksimum*. Jika arus yang disediakan oleh catu daya terlalu rendah, Arduino uno mungkin tidak berfungsi dengan baik atau tidak berfungsi sama sekali.

Perhatikan juga polaritas saat menyambungkan catu daya ke arduino uno. Pastikan kabel atau konektor positif (+) terhubung ke pin daya (+) arduino uno dan kabel atau konektor negatif (-) terhubung ke *ground* (GND) arduino uno.

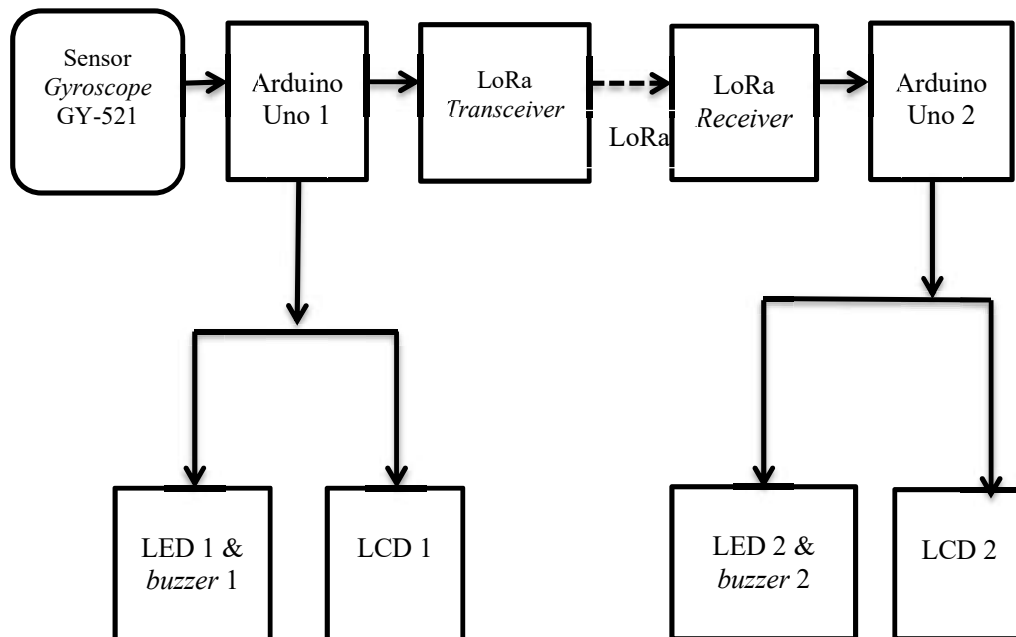
Sebelum menghubungkan catu daya ke arduino uno, pastikan spesifikasi, tegangan, arus, dan polaritas sesuai dengan persyaratan arduino uno. Ini akan membantu melindungi arduino uno dan mencegah kerusakan yang tidak diinginkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Jenis metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini yaitu eksperimen.(Suporno, P.,2007:77) Eksperimen merupakan penelitian yang didalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Oleh karena itu, metode eksperimen erat kaitannya dengan suatu metode percobaan sebagai pembuktian, pengecekan bahwa teori yang sudah di pelajari itu memang benar. Blok diagram dari perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Blok Diagram

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Deskripsi komponen dalam blok diagram:

1. Sensor GY-521: Sensor ini digunakan untuk mendeteksi kemiringan kapal *Bulkcarrier* selama bongkar muat. Sensor GY-521 adalah sensor *gyroscope* dan akselerometer yang dapat mengukur perubahan sudut dan percepatan dalam tiga sumbu.
2. Mikrokontroler 1 (arduino uno): Sensor GY-521 akan dihubungkan dengan mikrokontroler 1 untuk mengambil data kemiringan. Kemudian Mikrokontroler 1 bertindak sebagai pengontrol utama sistem *transceiver* serta akan menampilkan derajat kemiringan pada LCD dan memerintahkan LCD dan *buzzer* untuk menyala jika terjadi derajat kemiringan.
3. Mikrokontroler 2 (arduino uno): Mikrokontroler 2 bertindak sebagai pengontrol sistem *receiver*. serta akan menampilkan derajat kemiringan pada LCD dan memerintahkan LCD dan *buzzer* untuk menyala jika terjadi derajat kemiringan.
4. *Transceiver* LoRa: *Transceiver* LoRa digunakan untuk mengirimkan data yang dikumpulkan oleh mikrokontroler menggunakan modul komunikasi LoRa. Modul ini memungkinkan transmisi data nirkabel dalam jarak yang cukup jauh.
5. *Receiver* LoRa: *Gateway* LoRa bertindak sebagai jembatan antara jaringan LoRa dan LCD, LED, *buzzer*. *Gateway* mengumpulkan data yang diterima dari sensor dan mengirimkannya ke LCD, LED, *buzzer*.
6. LCD 1: Digunakan sebagai tampilan atau output visual untuk menampilkan derajat kemiringan dari sensor *gyroscope* kepada pengguna dalam sistem *transceiver*.

7. LCD 2 :Digunakan untuk menampilkan derajat kemiringan dalam sistem *receiver*.
8. LED 1 : Terdapat 2 buah warna LED yaitu merah dan hijau. Digunakan untuk indikator dalam sistem *transceiver* dan akan menyala jika terdeteksi derajat kemiringan yang sudah di tetapkan pada program arduino.
9. LED 2: Terdapat 2 buah warna LED yaitu merah dan hijau. Digunakan untuk indikator dalam sistem *receiver* dan akan menyala jika terdeteksi derajat kemiringan yang sudah di tetapkan pada program arduino.
10. *Buzzer 1*: *Buzzer* akan menyala pada sistem *transceiver* sebagai peringatan dengan LED jika terdeteksi derajat kemiringan yang telah di tetapkan di program arduino.
11. *Buzzer 2*: *Buzzer* akan menyala pada sistem *receiver* sebagai peringatan dengan LED jika terdeteksi derajat kemiringan yang telah di tetapkan di program arduino.

B. Perancangan alat

Dari perancangan alat yang akan dilakukan, maka perlu adanya klasifikasi kebutuhan (perangkat keras dan perangkat lunak), rangkaian elektronika, dan *flowchart* yang nantinya akan terfokus pada pembuatan alat. Adapun perancangan alat pada karya ilmiah terapan ini sebagai berikut :

1. Klasifikasi Kebutuhan

Berdasarkan perancangan alat, maka kebutuhan dibagi menjadi 2 yaitu kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan lunak

a. Kebutuhan perangkat keras

- 1) Model kapal sebagai kapal uji coba.

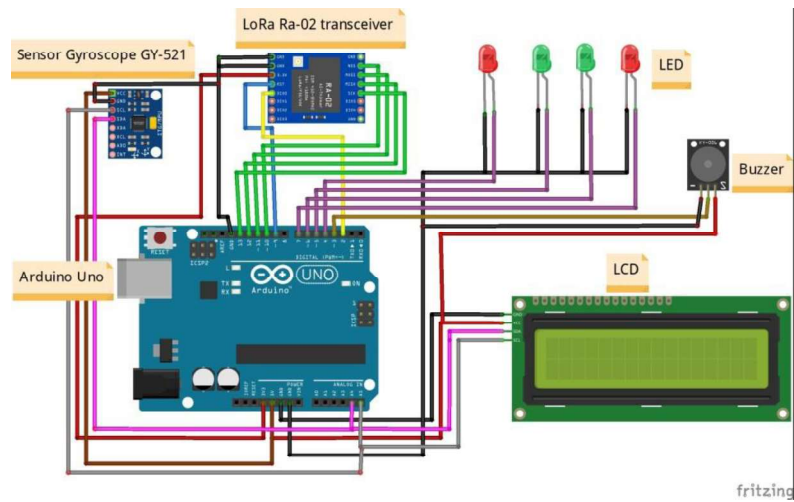
- 2) Mikrokontroler arduino uno sebagai sistem pengelola *input* dan *output*.
- 3) Sensor *gyroscope* sebagai pendeteksi derajat kemiringan
- 4) LoRa sebagai komunikasi jarak jauh untuk mengumpulkan dan mengirimkan data oleh mikrokontroler
- 5) LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai alat penampil hasil dari monitoring yang sudah diproses pada arduino uno.
- 6) *Power Supply* sebagai catu daya pada rangkaian sistem.
- 7) LED sebagai lampu indikator.
- 8) *Buzzer* sebagai indikator suara
- 9) Baterai/*powerbank* sebagai sumber tegangan
- 10) PCB (*print circuit board*) digunakan sebagai merangkai dan menghubungkan komponen elektronika
- 11) Kabel jumper untuk menghubungkan komponen yang satu dengan yang lain nya.

b. Kebutuhan Perangkat Lunak

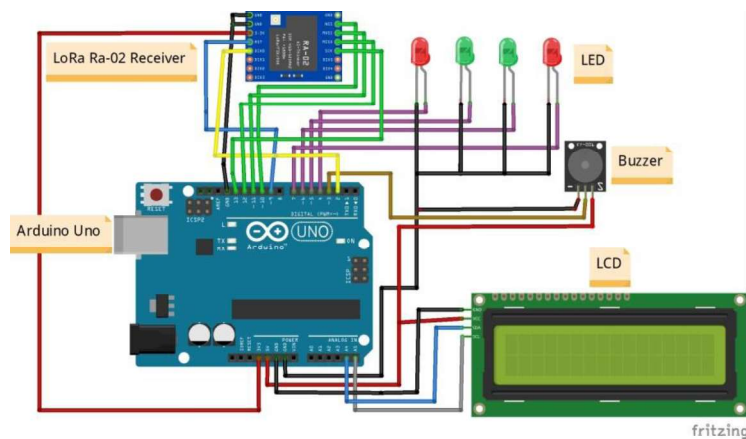
- 1) *Software* Arduino IDE
- 2) Aplikasi *Fritzing*

2. Rangkaian Elektronika

Penulis menggunakan aplikasi *fritzing* untuk membuat rangkaian, Karena untuk merancang rangkaian aplikasi ini dilengkapi dengan gambar komponen dan modul serta mempelajari cara menggunakan aplikasi tersebut sangat sederhana dan mudah. Rangkaian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3:

Gambar 3.2. Skematik *Transceiver*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 3.3 Skematik *Receiver*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Berdasarkan gambar rangkaian elektronika diatas, untuk pin pada Arduino Uno dan komponen lainnya dapat diperhatikan pada Tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1 Koneksi Pin Arduino Uno *Receiver*

LoRa	Arduino
VCC	3.3V
GND	GND
PIN 9	RESET
PIN 2	DIO0

PIN 10	NSS
PIN 11	MOSI
PIN 12	MISO
PIN 13	SCK
LCD I2C	Arduino
VCC	5V
GND	GND
SDA	A4
SCL	A5
Arduino	Komponen
PIN 3	Buzzer
PIN 4	LED Merah Kiri
PIN 5	LED Hijau Kiri
PIN 6	LED Hijau Kanan
PIN 7	LED Merah Kanan

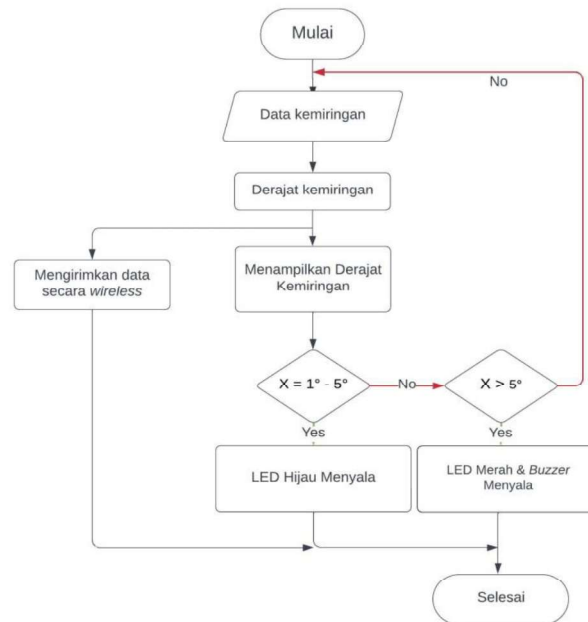
Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Tabel 3.2 Koneksi Pin Arduino Uno *Transceiver*

LoRa	Arduino
VCC	3.3V
GND	GND
PIN 9	RESET
PIN 2	DIO0
PIN 10	NSS
PIN 11	MOSI
PIN 12	MISO
PIN 13	SCK
LCD I2C	Arduino
VCC	5V
GND	GND
SDA	A4
SCL	A5
Arduino	Komponen
PIN 3	Buzzer
PIN 4	LED Merah Kiri
PIN 5	LED Hijau Kiri
PIN 6	LED Hijau Kanan
PIN 7	LED Merah Kanan
MPU5060	Arduino
VCC	3.3V
GND	GND
SDA	A4
SCL	A5

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

3. *Flowchart LoRa Transceiver*

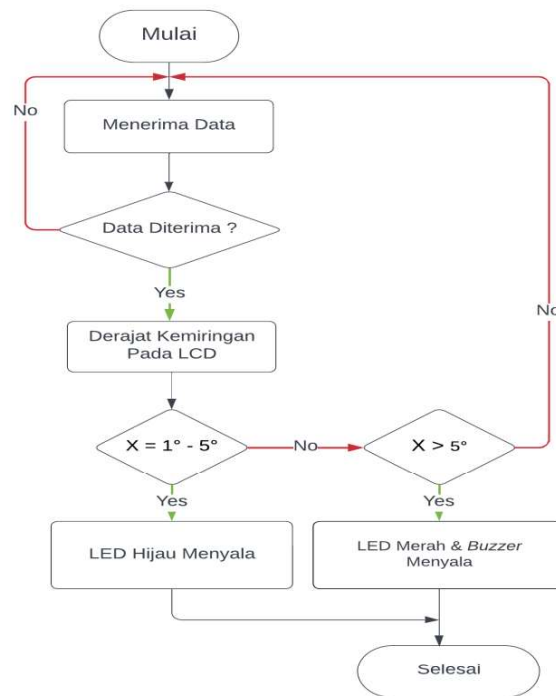


Gambar 3.4 *Flowchart LoRa Transceiver*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Pada gambar 3.4 menjelaskan *flowchart LoRa Transceiver* ketika sistem dimulai pertama-tama sensor *gyroscope* akan membaca data kemiringan, kemudian data yang diperoleh dari sensor akan diolah oleh mikrokontroler 1. Data tersebut akan dikirim oleh *LoRa transceiver* kemudian akan diterima oleh *LoRa receiver*. Untuk ditampilkan pada LCD 1 dalam satuan derajat. Ketika derajat kemiringan terbaca 1° sampai 5° maka LED hijau akan menyala sebagai peringatan. Sedangkan ketika derajat kemiringan diatas 5° maka LED merah dan buzzer akan menyala secara terus menerus . Jika sensor tidak membaca adanya derajat kemiringan maka LED dan *buzzer* tidak menyala. Data yang dikirim dalam satuan derajat sehingga tidak perlu mengubah data tersebut.

4. Flowchart LoRa Receiver



Gambar 3.5. Flowchart LoRa Receiver

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Pada gambar 3.5 menjelaskan *flowchart* LoRa Receiver ketika sistem penerima ketika LoRa receiver menerima data dari *transceiver* yang berupa data derajat kemiringan kapal maka data tersebut akan diolah mikrokontroler 2, untuk ditampilkan pada LCD 2 dan LED serta *buzzer* akan menyala jika derajat kemiringan terbaca 1° sampai 5° maka LED hijau akan menyala sebagai peringatan. Sedangkan, ketika derajat kemiringan diatas 5° maka LED merah dan *buzzer* akan menyala secara terus menerus. Proses tersebut akan terus diulang hingga sistem tersebut tidak digunakan atau tidak menerima data dari *transceiver*. Sehingga fungsi dari sistem receiver tersebut hanya menerima dan menampilkan derajat kemiringan pada LCD 2 yang dikirim oleh *transceiver*.

C. Rencana Pengujian

Rencana pengujian digunakan untuk merencanakan sebuah proses dan dilakukan secara sistematis. Proses untuk melaksanakan rencana pengujian yaitu sebagai berikut :

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan ketika penulis melaksanakan praktek laut (prala) untuk membuat sebuah karya ilmiah terapan dan telah mendapatkan beberapa teori dari hasil prala untuk proses bongkar muat. Objek yang akan digunakan pada karya ilmiah terapan ini yaitu menggunakan miniatur sebuah kapal yang berukuran panjang kapal 60cm, lebar 18cm dan tinggi 29cm. Tempat pelaksanaan pengujian alat karya ilmiah terapan yaitu disebuah danau dan darat.

2. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data penelitian. Dalam pengujian alat ini dilakukan dengan dua pengujian, yaitu :

a. Uji Statis

Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing komponen. Pengujian untuk kinerja alat yang perlu diamati adalah arduino uno, sensor *Gyroscope* GY-521 MPU-6050, modul LoRa, LCD, *buzzer* dan LED. Dari pengujian tersebut akan diketahui kinerja dari setiap komponen yang dibuat dan data yang didapat ditulis hasil pengukurannya pada tabel.

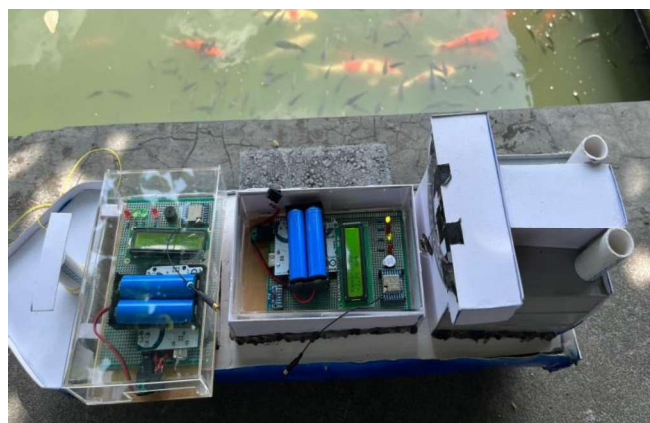
b. Uji Dinamis

Untuk pengujian karya ilmiah terapan ini menggunakan alat bantu berupa miniatur kapal. Pengujian ini dilakukan pada bagian tengah kapal. Yaitu terletak di antara palka dan akomodasi. Berikut adalah gambar 3.6 dan 3.7 miniatur kapal dan peletakan sistemnya:



Gambar 3.6. Miniatur Kapal Tampak Samping

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)



Gambar 3.7. Miniatur Kapal Tampak Atas

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Gambar di atas merupakan peletakan sistem pada miniatur kapal yang akan diukur tingkat kemiringannya. Lokasi peletakkan sensor dibagian tengah kapal dan berada pada garis *center* atau tengah sesuai dengan gambar miniatur kapal.

Pengaruh gelombang ombak terhadap pengujian alat ini yaitu jika terdeteksi kemiringan dan posisi miniatur kapal kembali keposisi semula atau tetap stabil maka *buzzer* tidak menyala tetapi jika miniatur kapal terjadi kemiringan yang sudah ditetapkan maka *buzzer* akan menyala dan LED akan menampilkan derajat kemiringanya sebagai peringatan terhadap aktivitas bongkar muat.