



RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KESEIMBANGAN KAPAL TERHADAP  
BEBAN BERAT DENGAN MENGGUNAKAN *GYROSCOPE* BERBASIS  
ARDUINO UNO

**PROYEK AKHIR**

Oleh  
**Ahmad Baedowi**  
**NIM 141903102036**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA**  
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2018**



RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KESEIMBANGAN KAPAL TERHADAP  
BEBAN BERAT DENGAN MENGGUNAKAN *GYROSCOPE* BERBASIS  
ARDUINO UNO

**PROYEK AKHIR**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (DIII)  
dan mencapai gelar Ahli Madya (Amd)

Oleh  
**Ahmad Baedowi**  
NIM 141903102036

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Salfiyah dan Ayahanda Ahmad Subakin yang telah memberikan, mendukung dan melakukan segalanya untuk saya;
2. Kakakku tersayang Dewi Masluroh yang selalu memberi semangat;
3. Guru-guruku sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi;
4. Ibu Ike Fibrianti, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Azmi Saleh S.T., M.T. selaku pembimbing dalam penyusunan tugas akhir ini;
5. Almamater Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
6. Dulur DEGAN'13 yang selalu ada buat penulis selama masa perkuliahan ini;
7. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember;

**MOTTO**

Barang siapa yang bersungguh sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu  
adalah untuk dirinya sendiri

(Terjemah surat Al-Ankabut : 6 )

Anda tidak bisa mengubah orang lain , anda harus menjadi perubahan yang anda  
harapkan dari orang lain

(Mahatma Gandhi)

Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu  
kegagalan kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat

(Winston Churchill)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: Ahmad Baedowi

NIM : 141903102036

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Rancang Bangun *Prototype* Keseimbangan Kapal Terhadap Beban Berat Dengan Menggunakan *Gyroscope* Berbasis Arduino Uno” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Februari 2018

Yang menyatakan,

Ahmad Baedowi

NIM 141903102036

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KESEIMBANGAN KAPAL  
TERHADAP BEBAN BERAT DENGAN MENGGUNAKAN *GYROSCOPE*  
BERBASIS ARDUINO UNO**

Oleh

Ahmad Baedowi  
NIM 141903102036

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ike Fibrianti, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Azmi Saleh S.T., M.T.

**PENGESAHAN**

Tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Prototype* Keseimbangan Kapal Terhadap Beban Berat Dengan Menggunakan *Gyroscope* Berbasis Arduino Uno” karya Ahmad Baedowi telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

**Tim Penguji:**

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Ike Fibrianti, S.T., M.T.  
NIP 198002072015042001

Dr. Azmi Saleh S.T., M.T.  
NIP 197106141997021001

Penguji Utama

Penguji Anggota

Sumardi, S.T., M.T.  
NIP 196701131998021001

Widya Cahyadi, S.T., M.T.  
NIP 198511102014041001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP 19661215 199503 2 001

## RINGKASAN

**Rancang Bangun *Prototype* Keseimbangan Kapal Terhadap Beban Berat Dengan Menggunakan *Gyroscope* Berbasis Arduino Uno;** Ahmad Baedowi, 141903102036; 2017

Indonesia secara geografis merupakan sebuah negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan yang lebih besar dari pada daratan. Hal ini bisa dilihat dari segi garis pantai hampir setiap pulau di Indonesia ( $\pm 81.00$  km). Selanjutnya hal ini menjadikan Indonesia sebagai peringkat kedua setelah Kanada sebagai negara yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia. Kekuatan ini yang akan menjadikan kepulauan Indonesia potensi besar untuk memajukan perekonomian Indonesia. Akan tetapi kecelakaan kapal juga marak terjadi penyebab utamanya adalah tidak seimbangya kapal sehingga kapal akan mudah di terjang oleh ombak.

Sistem keseimbangan ini dikendalikan oleh mikrokontroler 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 gyroscope yang akan mengatur kedua pompa air. Apabila miring kekanan maka pompa kanan akan menyala dan memindahkan air ke sebelah kiri dan juga sebaliknya. Pompa akan bergantian menyala apabila kapal dalam posisi miring ke kanan atau miring ke kiri, apabila kapal dalam keadaan seimbang maka kedua pompa akan menyala bersamaan dan mengalirkan air. Keseimbangan kapal tersebut akan di tampilkan pada LCD.

Pada percobaan ini diharapkan dapat membantu transportasi khusus nya laut agar lebih mempertimbangkan beban angkut kapal sehingga kapal tidak mudah terombang ambing oleh ombak.



## SUMMARY

### **Design Prototype Ship Balance Against Heavy Burden Using Arduino Uno Gyroscope; Ahmad Baedowi, 141903102036; 2017**

Indonesia is geographically an archipelagic country with two-thirds of oceans that are larger than the lands. This can be seen in terms of coastline almost every island in Indonesia ( $\pm 81.00$  km). Furthermore, this makes Indonesia ranked second after Canada as a country that has the longest coastline in the world. This force will make the Indonesian archipelago a great potential to advance the Indonesian economy. However the shipwreck also often happens, the main cause is unbalanced ship so the ship will be easily hit by the waves.

This balance system is controlled by an arduino microcontroller. This system consists of 2 water pumps in pairs on the right and left of the ship so that the ship will become balanced by moving the existing water inside with the pumps. To find out the slope of the ship, it uses a gyroscope sensor that will regulate both water pumps. If it tilts to the right, the right pump will turn on and move the water to the left and vice versa. The pump will alternate if the ship is tilted to the right or the left, and if the ship is in a balanced state then both pumps will simultaneously fire and drain the water. The balance of the ship will be displayed on the LCD.

In this experiment it is expected to help especially the sea transportation to better consider the load of the ship so that the ship is not easily swayed by the waves.

## PRAKATA

Alhamdulillah, ucapan syukur yang tak terhingga penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KESEIMBANGAN KAPAL TERHADAP BEBAN BERAT DENGAN MENGGUNAKAN *GYROSCOPE* BERBASIS ARDUINO UNO”.

Penulisan Proyek Akhir ini tidak dapat terlepas dari bimbingan, arahan, semangat, dan motivasi dari pihak lain dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penulisan laporan proyek akhir ini, antara lain kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember
3. Ibu Ike Fibrianti, S.T., M.T. dan Dr. Azmi Saleh S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan II dalam penulisan Proyek Akhir ini.
4. Bapak Ir. Widnyono Hadi, M.T. dan Widya Cahyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan II dalam Proyek Akhir ini.
5. Dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang juga telah membantu dalam proses penyelesaian laporan Proyek Akhir ini.
6. Para teknisi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian proyek akhir ini.
7. Teman-teman kos yang selalu memberikan semangatnya dan membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Semua teman-teman “KETEK” Teknik Elektro angkatan 2014 Universitas Jember yang telah membantu sejak awal perkuliahan sampai penulisan proyek akhir ini

9. Semua kerabat yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan tugas akhir ini dari awal hingga akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Akhir masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran sangat diperlukan dari semua pihak demi kesempurnaan Laporan Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 22 Februari 2018

Penulis

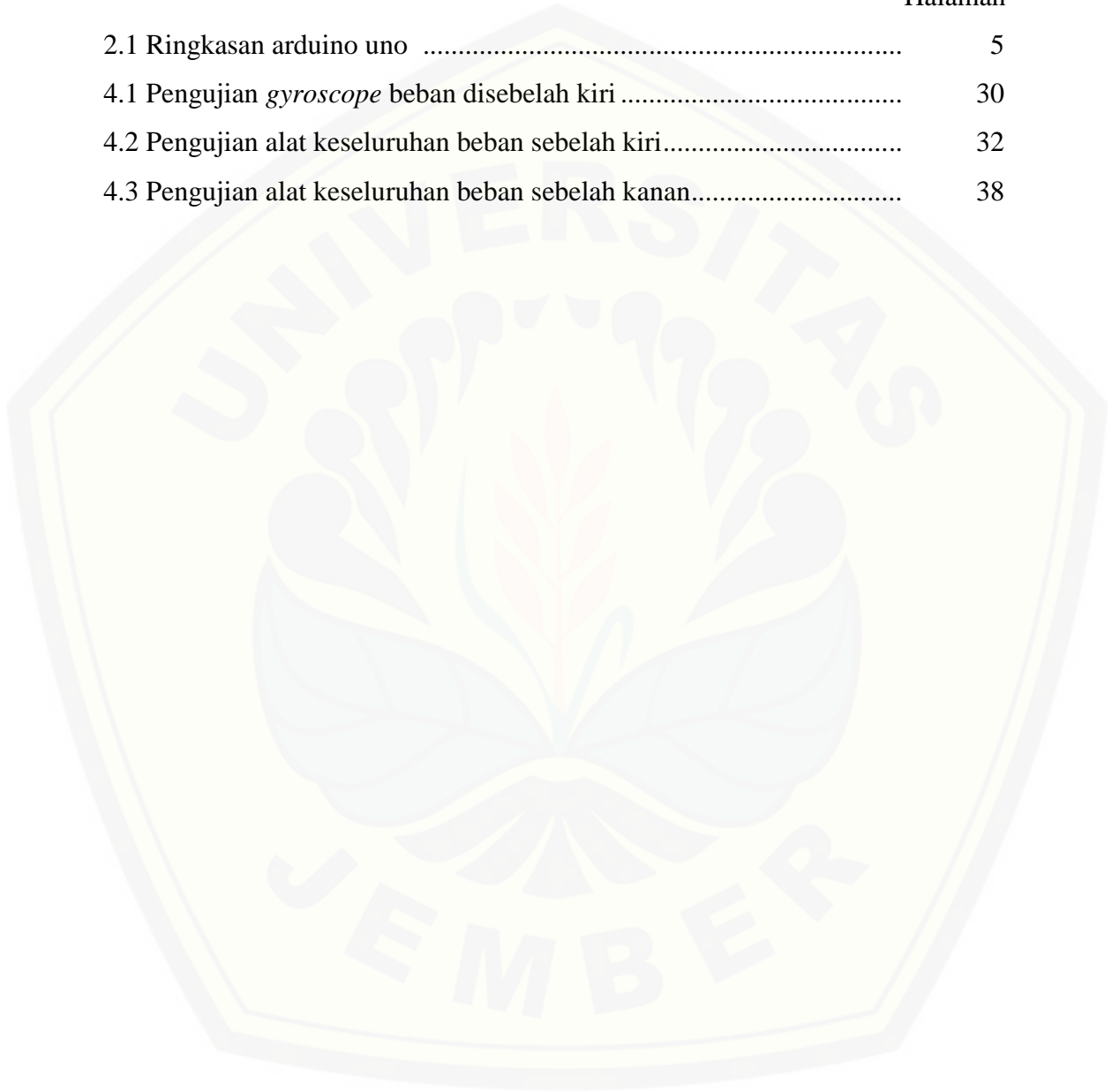
**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Tujuan</b> .....	3
<b>1.3 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Arduino uno</b> .....	4
<b>2.2 Sensor gyroscope</b> .....	7
<b>2.3 LCD</b> .....	9
<b>2.4 Modul relay</b> .....	12
<b>2.5 Pompa air DC</b> .....	13
<b>BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN</b> .....	15
<b>3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan</b> .....	15
<b>3.2 Ruang Lingkup Kegiatan</b> .....	15
<b>3.3 Jenis dan Sumber Data</b> .....	15
<b>3.4 Metode Pengumpulan Data</b> .....	16
3.4.1 Perancangan Mekanik Alat .....	16

3.4.2 Diagram Blok Alat .....	18
3.4.3 Perancangan Sistem .....	19
3.4.4 Flowchart sistem keseluruhan .....	22
<b>BAB 4. HASIL PELAKSANAAN KEGIATAN.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Pengujian Alat Perbagian .....</b>	<b>24</b>
4.1.1 Pengujian Sensor gyroscope .....	24
4.1.2 Pengujian modul relay 2 chanel .....	30
<b>4.2 Pengujian Alat Keseluruhan .....</b>	<b>32</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>43</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>43</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>43</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>45</b>

**DAFTAR TABEL**

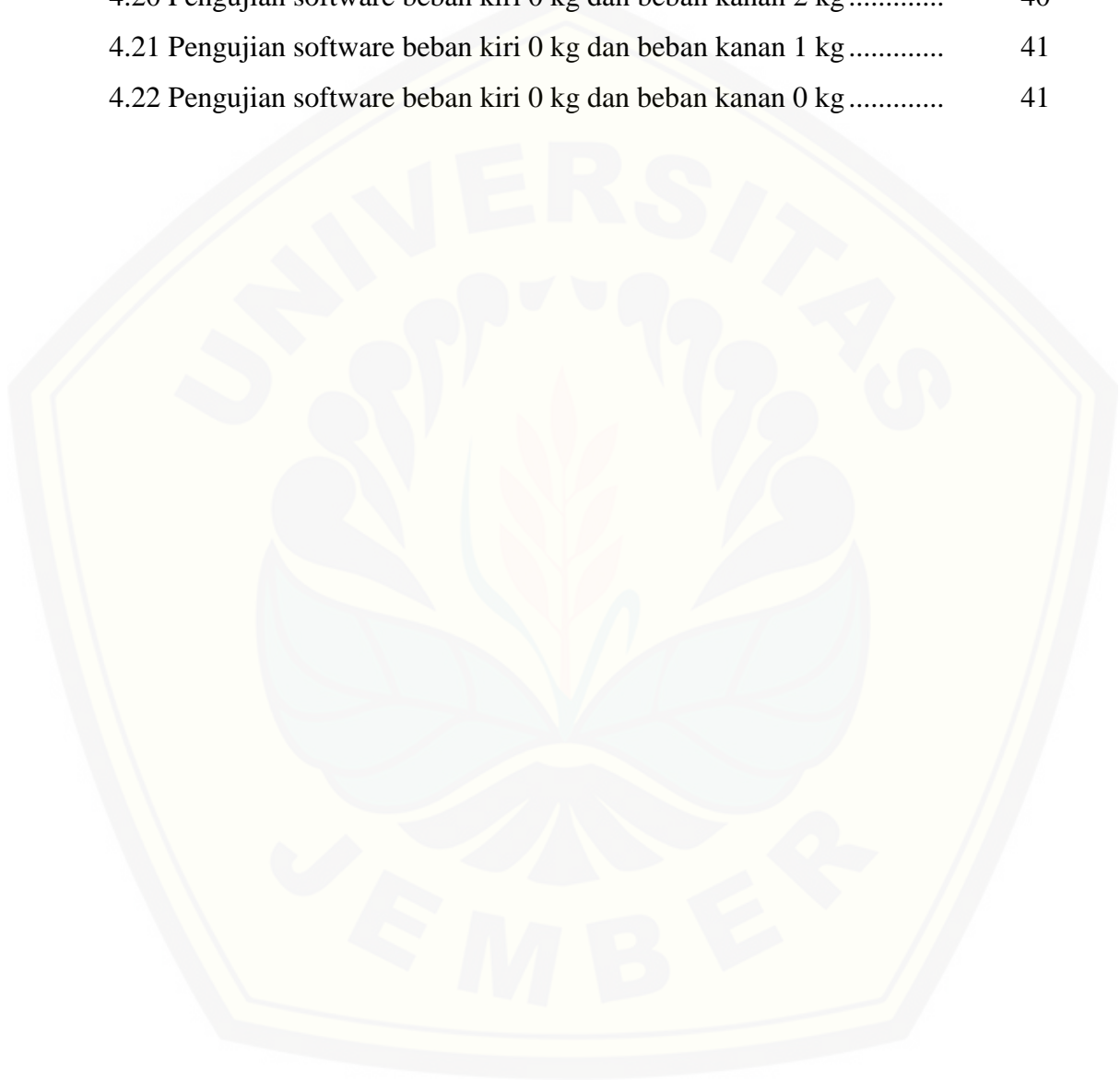
	Halaman
2.1 Ringkasan arduino uno .....	5
4.1 Pengujian <i>gyroscope</i> beban disebelah kiri .....	30
4.2 Pengujian alat keseluruhan beban sebelah kiri.....	32
4.3 Pengujian alat keseluruhan beban sebelah kanan.....	38



**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Bentuk fisik arduino uno .....	4
2.2 Bentuk fisik sensor gyroscope .....	9
2.3 Bagian depan LCD 16 x 2.....	10
2.4 Konfigurasi pin LCD.....	10
2.5 Bentuk fisik modul relay 2 chanel .....	13
2.6 Bentuk fisik pompa air DC .....	13
3.1 Perancangan mekanik alat pada kapal .....	17
3.2 Bentuk kapal.....	18
3.3 Blok diagram.....	18
3.4 Rangkain gyroscope .....	19
3.5 Sistem rangkian LCD i2c .....	20
3.6 Rangkian modul relay 2 chanel .....	21
3.7 Flowchart system keseluruhan .....	22
4.1 Pengujian <i>Gyroscope</i> 10 derajat.....	25
4.2 Pengujian <i>Gyroscope</i> 30 derajat.....	25
4.3 Pengujian <i>Gyroscope</i> 50 derajat.....	26
4.4 Pengujian <i>Gyroscope</i> 70 derajat.....	27
4.5 Pengujian <i>Gyroscope</i> 90 derajat.....	27
4.6 Pengujian <i>Gyroscope</i> 110 derajat.....	28
4.7 Pengujian <i>Gyroscope</i> 130 derajat.....	29
4.8 Pengujian <i>Gyroscope</i> 150 derajat.....	29
4.9 Posisi > 4 miring kiri .....	31
4.10 Posisi > 4 miring kanan .....	31
4.11 Posisi 0 - 3.....	32
4.12 Bentuk software arduino uno .....	34
4.13 Pengujian software beban kiri 4 kg dan beban kanan 0 kg .....	35
4.14 Pengujian software beban kiri 3 kg dan beban kanan 0 kg .....	35
4.15 Pengujian software beban kiri 2 kg dan beban kanan 0 kg .....	36

4.16 Pengujian software beban kiri 1 kg dan beban kanan 0 kg .....	37
4.17 Pengujian software beban kiri 0 kg dan beban kanan 0 kg .....	37
4.18 Pengujian software beban kiri 0 kg dan beban kanan 4 kg .....	39
4.19 Pengujian software beban kiri 0 kg dan beban kanan 3 kg .....	39
4.20 Pengujian software beban kiri 0 kg dan beban kanan 2 kg .....	40
4.21 Pengujian software beban kiri 0 kg dan beban kanan 1 kg .....	41
4.22 Pengujian software beban kiri 0 kg dan beban kanan 0 kg .....	41





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Indonesia secara geografis merupakan sebuah negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan yang lebih besar dari pada daratan. Hal ini bisa dilihat dari segi garis pantai hampir setiap pulau di Indonesia ( $\pm 81.00$  km). Selanjutnya hal ini menjadikan Indonesia sebagai peringkat kedua setelah Kanada sebagai negara yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia. Kekuatan ini yang akan menjadikan kepulauan Indonesia potensi besar untuk memajukan perekonomian Indonesia.

Transportasi laut saat ini merupakan sarana yang sangat penting dalam hal perkembangan industri dan perdagangan. Hal tersebut disebabkan karena sebagian wilayah Indonesia terdiri dari perairan sehingga Indonesia disebut dengan negara Maritim. Luas wilayah laut Indonesia mencapai tiga per empat dari seluruh wilayah Indonesia. Selat Malaka dan jalur Alur laut Kepulauan Indonesia (ALKI) secara umum merupakan jalur perdagangan strategis. Jalur ini merupakan jalur yang dilalui kapal - kapal perdagangan dunia dengan volume perdagangan mencapai 45 persen dari total nilai perdagangan seluruh dunia. Sampai saat ini, laut Indonesia berpotensi meningkat di masa depan. Mengingat prospek perkembangan perekonomian di wilayah Asia masih menjanjikan. Menurut catatan Yudi Wildiana Adia, anggota DPR RI seperti yang dilansir Kompas pada tanggal 21 Oktober 2014 lalu. Indonesia memiliki tiga alur laut kepulauan Indonesia (ALKI) dengan potensi nilai perdagangan 1,5 juta Dollar AS per hari, setara dengan Rp 18 miliar per hari. Berdasarkan data Badan Pangan Dunia (FAO), masih menurut Yudi, nilai perekonomian dari laut Indonesia diperkirakan mencapai 3 triliun Dollar AS sama 5 triliun Dollar AS, setara dengan Rp 36.000 triliun sampai Rp 60.000 triliun per tahun.

Dalam pembangunan ekonomi Maritim yang ditegaskan dalam Undang-Undang RI no 17 Tahun 2008, pada Bab IV Pasal 5. Bahwa perlu dilakukannya peningkatan kemampuan dan peranan ke pelabuhan serta keselamatan dan keamanan pelayaran. Dengan menjamin tersedianya alur pelayaran, kolam

pelabuhan dan sarana bantu navigasi pelayaran yang memadai. Pada beberapa kejadian, belum adanya penjaminan pada keselamatan pelayaran di perairan Indonesia. Salah satu faktor penting dalam mewujudkan keselamatan serta kelestarian lingkungan laut adalah ketrampilan, keahlian dari manusia yang terkait dengan pengoperasian dari alat transportasi kapal laut. Karena bagaimanapun kokohnya konstruksi suatu kapal dan betapapun canggihnya teknologi, baik sarana air ataupun peralatan yang ditempatkan di atas kapal. Kalau dioperasikan oleh manusia yang tidak punya kemampuan ketrampilan atau keahlian sesuai dengan tugas dan fungsinya maka, semua akan sia sia. (Setiawan dkk., 2015).

Dalam kenyataannya 80% dari kecelakaan di laut adalah akibat kesalahan manusia (*human error*). Meskipun sudah ada dasar hukum, berbagai kecelakaan di laut tetap tidak bisa dihindari dan semakin marak terjadi. Seperti kecelakaan yang terjadi pada kapal motor Mulya Sejati dengan kapal motor Thailand MV Thaison IV di Tuban pada Sabtu 19 November 2016. Kejadian itu menewaskan 3 korban nyawa dan 12 korban masih dalam pencarian. Hal tersebutlah yang melatar belakangi bahwa sistem keamanan untuk keselamatan kapal perlu ditingkatkan sehingga angka kecelakaan kapal dapat berkurang. Oleh karna itu dari pernyataan pernyataan di atas, maka penulis tertarik untuk mengambil proyek akhir dengan judul: “RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* KESEIMBANGAN KAPAL TERHADAP BEBAN BERAT DENGAN MENGGUNAKAN *GYROSCOPE* BERBASIS ARDUINO UNO.” Rancang bangun *prototype* Rancang Bangun *Prototype* Keseimbangan Kapal Terhadap Beban Berat Dengan Menggunakan *Gyroscope* Berbasis Arduino Uno ini, menawarkan suatu sistem kinerja keseimbangan kapal yang secara otomatis. Sistem kerja ini diciptakan bertujuan untuk mengurangi angka kecelakaan pada transportasi laut dan juga menciptakan system transportasi yang lebih baik. Sistem kerja alat ini dilakukan dengan cara mengatur pergerakan air yang ada di dalam tabung kapal sehingga kapal akan seimbang. Alat ini menggunakan sensor *gyroscope* sebagai pendeteksi kemiringan kapal. Juga pompa air yang digunakan untuk mengambil dan memindahkan air.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang *prototype* alat keseimbangan kapal menggunakan *gyroscope* berbasis arduino uno.
2. Merancang sistem *keseimbangan* otomatis pada kapal.
3. Merancang keseimbangan kapal sehingga mampu bekerja secara efektif.

## 1.3 Manfaat

Dari pembuatan proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menciptakan alat keseimbangan pada kapal dengan sensor *gyroscope*.
2. Menjadikan sistem keseimbangan pada kapal.
3. Menciptakan kapal bekerja secara efektif dan seimbang.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk mengetahui karakteristik dari setiap komponen yang telah digunakan. Pada proyek akhir ini yaitu tentang “Rancang Bangun *Prototype* Keseimbangan Kapal Terhadap Beban berat Dengan Menggunakan *Gyroscope* Berbasis Arduino Uno”. Maka, diperlukan sebuah teori yang dapat membantu proyek akhir ini berjalan dengan baik dan maksimal. Komponen yang digunakan dalam proyek akhir ini di antaranya sebagai berikut:

### 2.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 (data sheet). Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital yang 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack *power*, ICSP header, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer. Menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor DC atau baterai untuk menjalankannya.



Gambar 2.1. Bentuk Fisik Arduino Uno (sumber : Setiawan, 2014)

Panjang dan lebar maksimum dari PCB Arduino UNO masing-masing adalah 2.7 dan 2.1 inci, dengan konektor USB dan *power* jack yang memperluas dimensinya. Empat lubang sekrup memungkinkan *board* untuk dipasangkan ke sebuah permukaan atau kotak.

Tabel 2.1. Ringkasan 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 digital	14 pin digital (6 di antaranya menyediakan keluaran pwm)
Jumlah pin <i>input</i> analog	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

### 2.1.1 Daya (*Power*)

Arduino UNO dapat di-*Supply* melalui koneksi USB atau dengan sebuah *power supply* eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. *Supply* eksternal (*non-USB*) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan menyambungkan sebuah *center-positive* plug yang panjangnya 2.1 mm ke *power jack* dari *board*. Kabel *lead* dari sebuah baterai dapat dimasukkan dalam *header/kepala pin Ground* (Gnd) dan pin Vin dari konektor *power*.

### 2.1.2 *Input* dan *Output*

Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* dan *output*, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* (terputus secara *default*) 20-50 kilo Ohm. Selain itu, beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial:

- a. Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (*Transistor-Transistor Logic*). Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari chip serial Atmega8U2 USB ke TTL.
- b. *External Interrupts*: 2 dan 3. Pin - Pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah *interrupt* (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai.
- c. PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Memberikan 8-bit PWM *output* dengan fungsi `analogWrite()`.
- d. SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin-pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
- e. LED: 13. Ada sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai *HIGH* LED menyala, ketika pin bernilai *LOW* LED mati.

Arduino UNO mempunyai 6 *input* analog, diberi label A0 sampai A5. Setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara *default*, 6 *input* analog tersebut mengukur dari *Ground* sampai tegangan 5 V. Mengganti batas atas dari *range*-nya dengan menggunakan pin AREF. Di sisi lain, beberapa pin mempunyai fungsi spesial:

- a. TWI: pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL. Mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire library*.

Ada sepasang pin lainnya pada *board*:

- a. AREF, Referensi tegangan untuk *input* analog.
- b. *Reset*, Membawa saluran ini *LOW* untuk me-*reset* mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol *reset* untuk melindungi yang mem-block sesuatu pada *board*.

### 2.1.3 Komunikasi

Arduino UNO mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino lainnya atau mikrokontroler lainnya. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada *channel board* serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah port virtual ke *Software* pada komputer. Firmware 16U2 menggunakan *driver* USB COM standar, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Bagaimanapun, pada Windows, sebuah file inf pasti dibutuhkan. *Software* Arduino mencakup sebuah serial monitor yang memungkinkan data tekstual terkirim dari *board* Arduino. LED RX dan TX pada *board* akan menyala ketika data sedang di-*transmit* melalui chip USB ke serial dan koneksi USB pada komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

### 2.1.4 Programming

Arduino UNO dapat diprogram dengan *Software* Arduino. Pilih Arduino Uno dari menu *Tools* pilih *Board* (termasuk mikrokontroler pada *board*). ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah *bootloader* yang memungkinkan kita untuk meng-*upload* kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram *hardware* eksternal.

## 2.2 Sensor Gyroscope

MPU-6050 Module adalah sebuah modul berinti MPU-6050 yang merupakan 6 axis *Motion Processing* Unit dengan penambahan regulator tegangan dan beberapa komponen pelengkap lainnya yang membuat modul ini siap dipakai dengan tegangan *supply* sebesar 3-5VDC. Modul ini memiliki *interface* I2C yang dapat disambungkan langsung ke MCU yang memiliki fasilitas I2C. Sensor MPU-6050 berisi sebuah MEMS Accelerometer dan sebuah MEMS Gyro yang saling terintegrasi. Sensor ini sangat akurat dengan fasilitas *hardware* internal 16 bit ADC untuk setiap kanalnya. Sensor ini akan menangkap nilai kanal axis X, Y dan Z bersamaan dalam satu waktu.

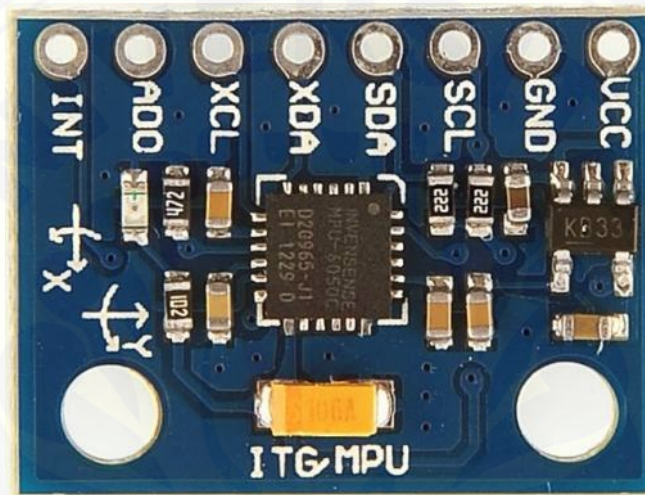
Perangkat MPU-6050 menggabungkan *gyroscope* 3-sumbu dan akselerometer 3 sumbu pada die silikon yang sama, bersama dengan *Digital Motion Processor* yang memproses algoritma *Motion Fusion* 6-axis yang rumit. Perangkat ini dapat mengakses magnetometer eksternal atau sensor lainnya melalui bus master I2C tambahan, yang memungkinkan perangkat mengumpulkan sekumpulan data sensor tanpa intervensi dari prosesor sistem. Untuk pelacakan presisi gerakan cepat dan lambat, bagian-bagian ini menampilkan rentang skala gyro yang dapat diprogram untuk pengguna  $\pm 250$ ,  $\pm 500$ ,  $\pm 1000$ , dan  $\pm 2000$  ° / detik (dps), dan akselerometer yang dapat diprogram untuk pengguna penuh- rentang skala  $\pm 2$  g-force,  $\pm 4$  g-force,  $\pm 8$  g-force, dan  $\pm 16$  g-force. Fitur tambahan mencakup sensor suhu yang disematkan dan osilator on-chip dengan variasi  $\pm 1\%$  selama rentang suhu operasi.

Berikut adalah spesifikasi dari Modul ini :

1. Berbasis Chip MPU-6050
2. Catu daya IC dari 2,375 V ~ 3,46 V namun modul ini sudah dilengkapi dengan LDO / *low drop-out voltage regulator* (untuk pengguna Arduino, dapat menyambungkan pin Vcc dari modul ini dengan pin 5V pada Arduino).
3. Dapat menoleransi guncangan hingga 10000 g-force
4. Memori penampung data (*buffer memory*) sebesar 1 Kb.
5. Antarmuka kendali dan pengumpulan data lewat protokol I2C berkecepatan tinggi (*Fast Mode*, 400 kHz), pada modul ini sudah dipasangkan *pull-up resistor* 2K2 sehingga bisa menyambungkan pin SDA dan SCL dari modul ini dengan mikrokontroler / *Arduino Board* tanpa resistor eksternal tambahan
6. Pilihan rentang skala *gyroscope*: 250° (sensitivitas 13,1), 500° (65,6), 1000° (32,8), 2000° (16,4) per detik, sensitivitas dalam satuan degrees/detik
7. Pilihan rentang skala akselerometer:  $\pm 2$  g-force (sensitivitas 16384),  $\pm 4$  g-force (8192),  $\pm 8$  g-force (4096),  $\pm 16$  g-force (2048).



8. Dengan digabungkannya akselerometer dan *gyroscope* dalam satu sirkuit terpadu menyebabkan pendeteksian gerakan menjadi lebih akurat (karena faktor kesalahan penyesuaian persilangan sumbu antara akselerometer dan giroskop dapat dihilangkan)
9. Konsumsi arus *gyroscope* hanya sebesar 3,6 mA, *gyroscope* + akselerometer hanya 3,8 mA (tenaga penuh, 1 kHz *sample rate*).



Gambar 2.2 bentuk fisik sensor *gyroscope* (sumber : <http://tutorkeren.com>)

### 2.3 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan tulisan atau gambar dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri walau disebut sebagai titik cahaya.

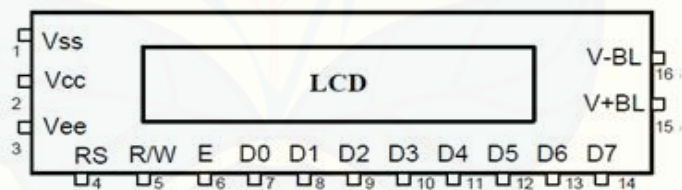
Yang sering digunakan adalah LCD dengan banyak karakter 16x2, artinya 16 menyatakan kolom dan 2 menyatakan baris. LCD 16x2 membutuhkan *driver* agar bisa dikoneksikan dengan sistem minimum dalam suatu mikrokontroler. *Driver* yang disebutkan berisi rangkaian pengaman, pengatur tingkat kecerahan maupun data, serta untuk mempermudah pemasangan di mikrokontroler.

Dalam menampilkan karakter untuk membantu menginformasikan proses dan kontrol yang terjadi dalam suatu program. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul. Oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan. Sedangkan warna lainnya tersaring. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD yaitu lampu neon berwarna putih dibagian belakang susunan kristal cair tadi.



Gambar 2.3 Bagian depan LCD 16 x 2 (sumber : [www.leselektronika.com](http://www.leselektronika.com))

Konfigurasi pin LCD dapat ditunjukkan pada gambar 2.4:



Gambar 2.4 Konfigurasi pin LCD (sumber : [www.leselektronika.com](http://www.leselektronika.com))

Modul LCD memiliki karakteristik sebagai berikut:

- Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C
- Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
- Terdapat 80 x 8 bit *display* RAM (maksimal 80 karakter).
- Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
- Setiap huruf terdiri dari 5x7 *dot-matrix cursor*.
- Terdapat 192 macam karakter.
- Otomatis reset saat tegangan dihidupkan.
- Satu sumber tegangan 5 volt.

Kaki pin LCD 16x2 memiliki beberapa fungsi dan kegunaan yang sesuai dengan karakteristik sebagai berikut:

a. Pin LCD

Tegangan catu daya yang dibutuhkan untuk mengaktifkan LCD sebesar 5 volt. Pin LCD berfungsi mengatur kontras tampilan (kecerahan) yang mana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 KOhm, jika tidak digunakan dihubungkan dengan *ground*, maka LCD tidak akan menyala.

b. Pin E (*Enable*)

Data masukan ataupun keluaran dari mikrokontroler yang akan ditampilkan pada layar LCD 16x2. Pin E (*Enable*) digunakan untuk membaca data baik keluar atau masuk.

c. Pin R/W (*Read Write*)

Pin R/W juga sering disebut dengan pin perintah. Pin R/W (*Read Write*) berfungsi sebagai instruksi pada LCD jika *high* maka baca data, sedangkan *low* maka tulis data.

d. Pin RS (*Register Select*)

Logika *high* menunjukkan yang masuk adalah data, sedangkan Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah perintah atau data.

#### e. Pin data

Pin data ini berguna untuk menampilkan data yang terbaca dari mikrokontroler. Pin data dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.

#### Prinsip Kerja LCD

Setiap menerima atau mengirimkan data untuk mengaktifkan LCD diperlukan sinyal *chip Enable* (E) dalam bentuk perpindahan logika 1 ke logika 0. Untuk menerima data dari mikrokontroler adalah pin D1-D7 dimana untuk menerima data, pin 5 pada LCD (R/W) harus diberi logika nol dan logika satu untuk mengirimkan data ke mikrokontroler. Sedangkan pin *register selector* (RS) berguna untuk memilih *instructio register* (IR) atau data *register* (DR). Jika RS berlogika 1 dan berlogika R/W 1 maka akan membaca data dari DDRAM atau CGRAM ke register DR. Karakter yang ditampilkan ke disimpan di memori DDRAM, jika nilai RS 1 dan R/W 1 maka akan dilakukan operasi penulisan data ke DDRAM atau CGRAM.

Fungsi tampilan dalam suatu aplikasi mikrokontroler sangat penting sekali diantaranya untuk:

- a. Menampilkan pesan.
- b. Mendebug program
- c. Memonitoring suatu proses
- d. Mengetahui hasil suatu proses
- e. Memastikan data yang kita *input* valid

#### 2.4 Modul Relay

Relay module 2 chanel 5 volt dengan chanel *output* dapat digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan perangkat listrik yang memerlukan tegangan dan arus yang besar. *Compatible* dengan semua mikrokontroler khususnya arduino.

Relay 2 chanel ini memerlukan arus sebesar sekurang kurangnya 15-20 mA untuk mengontrol masing masing chanel. Disertai dengan tegangan tinggi

sehingga dapat menghubungkan perangkat dengan tegangan AC 250-10A. Alasan relay ini digunakan adalah karena arduino menggunakan tegangan kerja masing masing pin *input output* adalah 0/5V. Sedangkan motor DC sebagai pompa air menggunakan tegangan kerja 12 volt. Sehingga dibutuhkan jembatan supaya motor DC pompa air dapat bekerja dikontrol *on off* nya dari arduino uno.



Gambar 2.5 Bentuk fisik modul relay 2 *channel* (sumber : <http://rohmedi.com>)

## 2.5 Pompa air DC

Pompa air DC ini adalah sebuah pompa yang digunakan untuk menyerap air dan mengeluarkan air. Pompa ini bekerja pada tegangan 12 volt dc yang terdiri dari sebuah motor dc. Pompa ini bekerja di dalam air sehingga harus dalam keadaan tenggelam dalam air. Apabila dalam tidak tenggelam maka motor yang bekerja tidak mampu mengangkat air. Sehingga perlu adanya bantuan untuk menarik airnya.

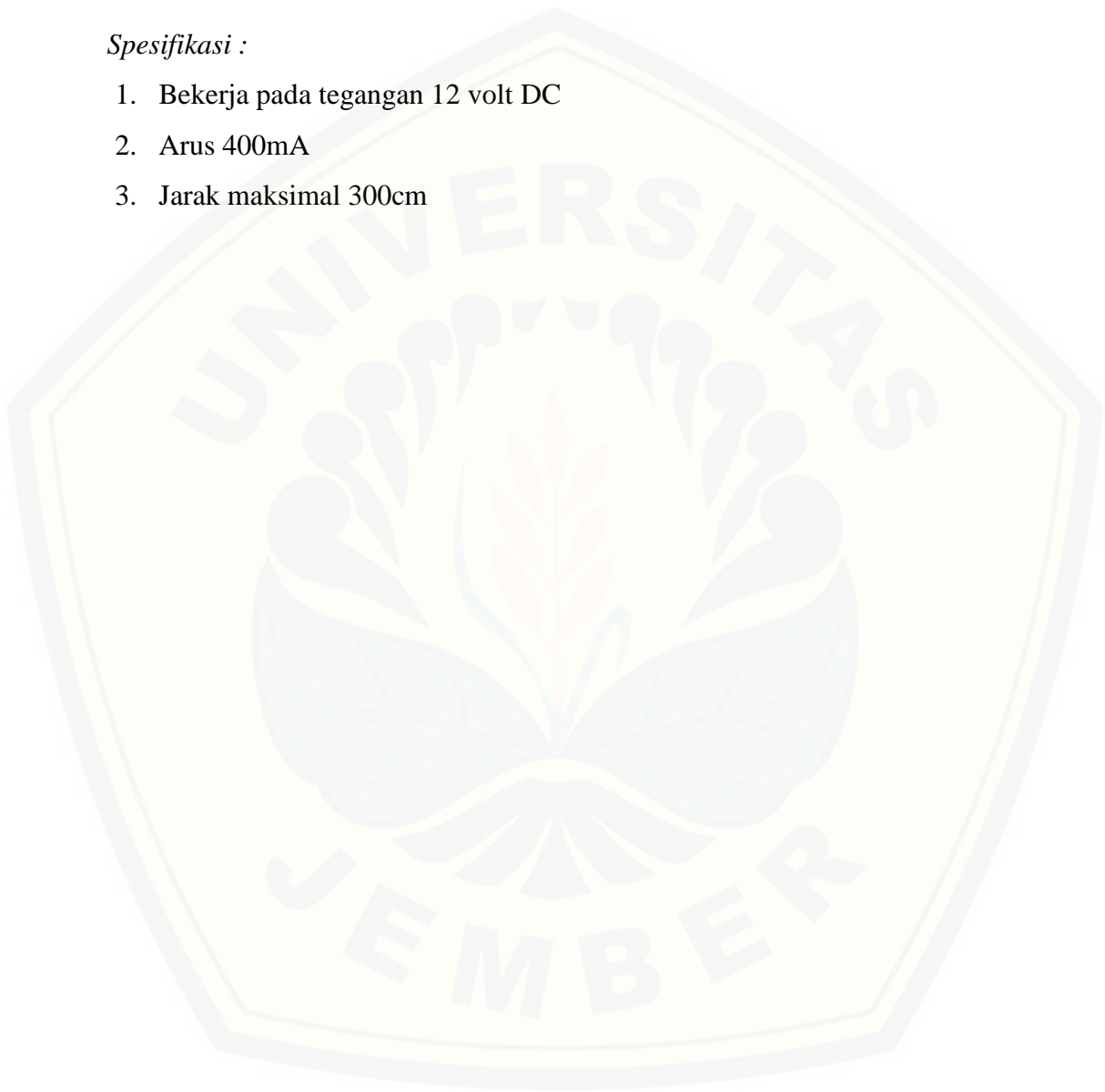


Gambar 2.6 bentuk fisik poma air DC (sumber :<http://lazada.com>)

Pompa air dc bekerja dengan cara memindahkan sejumlah *volume* air melalui ruang satu ke ruang lainnya dengan menggunakan impeler, sehingga seluruh ruang udara terisi oleh air dan menimbulkan tekanan *fluida* untuk ditarik melalui dasar tempat air menuju tempat yang ditentukan.

*Spesifikasi :*

1. Bekerja pada tegangan 12 volt DC
2. Arus 400mA
3. Jarak maksimal 300cm



### BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Dalam bab ini membahas mengenai metode dan perancangan alat tugas akhir yang akan dilakukan. Berikut ini perancangan dan metode tugas akhir yang akan dilakukan yaitu:

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tugas akhir yang berjudul Rancang Bangun *Prototype* Keseimbangan Kapal Terhadap Beban Berat Dengan Menggunakan *Gyroscope* Berbasis Arduino Uno dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Terapan Fakultas Teknik Universitas Jember. Yang beralamat di jalan Slamet Riadi no. 62 Patrang Jember pada bulan Maret 2017.

#### 3.2 Ruang lingkup kegiatan

Dari penelitian yang akan dilakukan, maka perlu adanya batas pembahasan yang nantinya akan terfokus pada masalah. Adapun batasan masalah pada proyek akhir ini adalah:

- a. Sensor yang digunakan untuk keseimbangan adalah .MPU-6050
- b. Alat ini hanya berbentuk *prototype*.
- c. Module relay sebagai saklar dari pompa air
- d. Sistem kontrol berbasis Arduino uno.
- e. pompa air yang digunakan berjumlah 2 dengan tegangan 12 volt.

#### 3.3 Jenis dan Sumber Data

Jenis dan sumber data pada proyek akhir ini akan diperoleh dari beberapa alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *prototype* ini yaitu terdiri dari *hardware* dan *software* seperti di bawah ini:

- a. *Hardware*
  - 1) Arduino uno
  - 2) Baterai

- 3) Sensor *gyroscope*
- 4) Motor DC
- 5) Module relay
- 6) LCD

*b. Software*

- 1) Arduino IDE
- 2) Fritzing

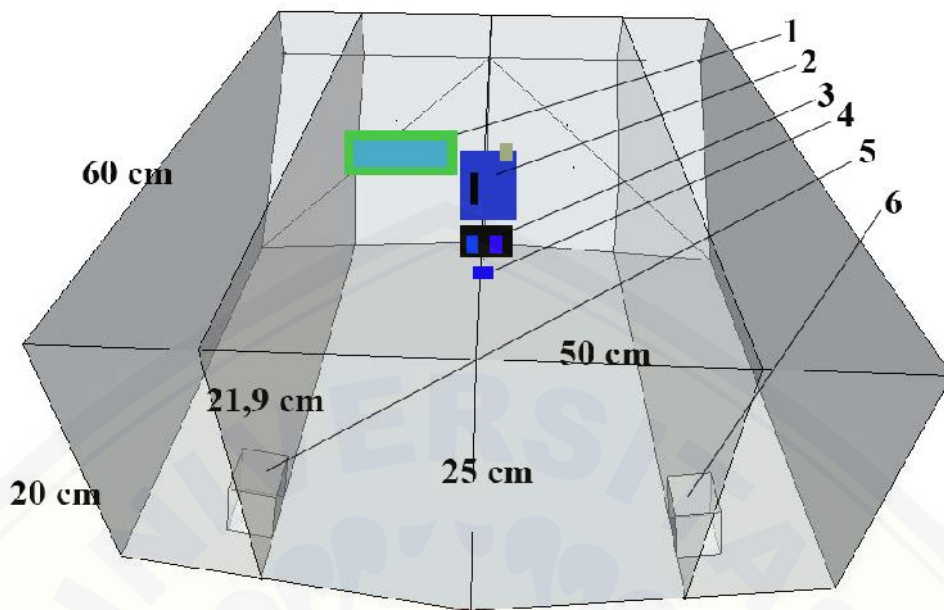
### **3.4 Metode Pengumpulan Data**

Dalam metode pengumpulan data ini, maka pengambilan data akan dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Terapan Fakultas Teknik Universitas Jember. Metode ini akan membahas berbagai hal untuk memudahkan dalam perancangan alat ini. Adapun perancangan - perancangan alat ini yaitu di antaranya:

#### **3.4.1 Perancangan Mekanik Alat**

Pada gambar 3.1 menunjukkan perancangan mekanik sebuah Rancang Bangun *Prototype* Keseimbangan Kapal Terhadap Beban Berat Dengan Menggunakan *Gyroscope* Berbasis Arduino Uno. Perancangan sistem ini terdiri dari beberapa komponen di antaranya arduino uno, modul relay 2 chanel, sensor *gyroscope*, LCD dan pompa DC. Pompa ini diletakkan pada bagian kanan dan kiri kapal. Pompa ini yang nantinya kan berfungsi untuk memindahkan air kesebelah kanan atupun kiri. Kapal ini mempunyai 2 buah tabung di dalamnya yang berfungsi sebagai tempat air dan penekanan kapal agar tidak terombang ambing oleh ombak. Panjang kapal ini adalah 60 cm, lebar kapal 50 cm dan sedang kan tingginya adalah 20 cm.





Gambar 3.1 Rancangan mekanik alat pada kapal

Keterangan:

1. LCD
2. Arduini uno
3. Modul Relay
4. Sensor *Gyroscope*
5. Pompa DC 1
6. Pompa DC 2

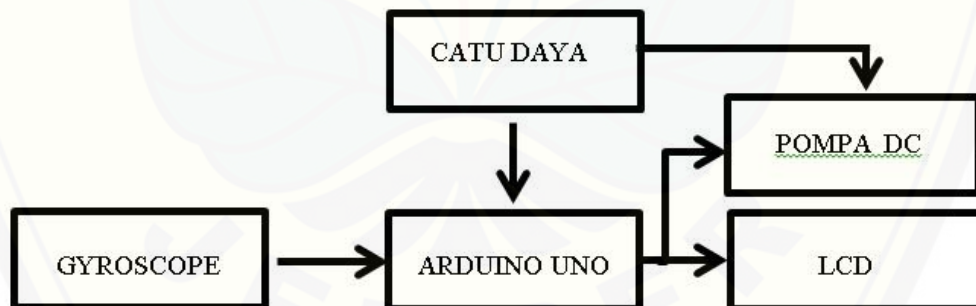
Prinsip kerja dari perancangan gambar 3.1 adalah arduino sebagai mikrokontrolernya. Sensor *gyroscope* digunakan untuk mengetahui posisi seimbang kapal. Pompa dc berfungsi sebagai untuk memindah air dari kanan ke kiri atau sebaliknya data akan di tampilkan di LCD.

Apabila kapal dalam keadaan miring kekanan maka secara otomatis pompa kanan akan menyala dan memindahkan air yang disebelah kanan kekiri. Apabila kapal miring kekiri maka pompa kiri akan menyala dan memindahkan air yang ada disebelah kiri kekanan. Dan apabila kapal dalam keadaan seimbang maka kedua pompa akan menyala, dengan tujuan agar air tetep mengalir dan menjaga kestabilan kapal.



Gambar 3.2 Bentuk kapal

### 3.4.2 Blok diagram alat



Gambar 3.3 Blok diagram alat

Pada gambar 3.3 menunjukkan blok diagram alat rancang bangun *prototype* keseimbangan kapal terhadap beban berat dengan menggunakan *gyroscope* berbasis arduino uno. Blok diagram tersebut menunjukkan bagian rangkaian yang menjadi satu sistem alat dengan sebuah mikrokontroler arduino sebagai pusat pengendali. Tujuan perancangan sistem ini adalah untuk mempermudah pembaca dalam melihat sistem secara keseluruhan.

Bagian *input* pada blok diagram tersebut yaitu sebuah sensor *gyroscope* yang akan di proses oleh arduino uno. Bagian *output* pada blok diagram di atas berupa pompa DC untuk mengendalikan keseimbangan kapal dengan cara memindahkan air yang ada pada tabung kapal. Keseimbangan ini akan di tampilkan pada LCD.

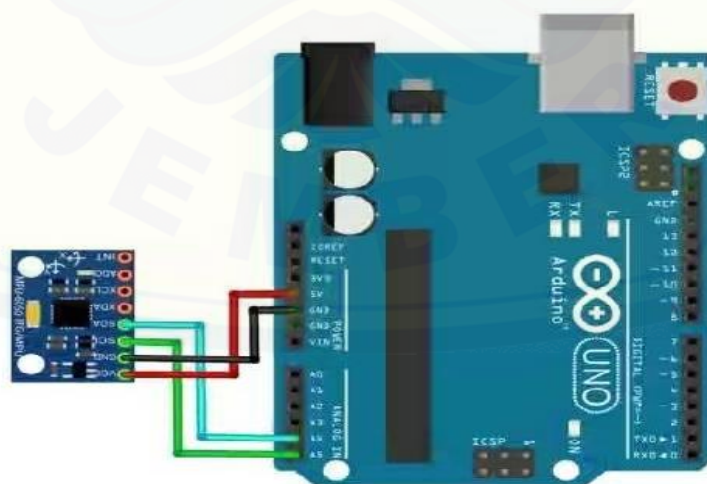
### 3.4.3 Perancangan Sistem

Perancangan system ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana rangkaian pada masing masing komponen. Sehingga pembaca akan lebih paham dan mengerti cara memasang pada setiap pin arduino.

#### a. Rangkaian *gyroscope*

Sensor MPU 6050 ini adalah sensor dapat membaca kemiringan sudut berdasarkan data dari sensor *accelero* dan *gyroscope*. Selain itu sensor ini dapat membaca suhu disekitar. Untuk jalur komunikasi sensor ini menggunakan *i2c*

Pada sensor ini kami menggunakan 4 kaki yaitu *Vcc*, *Ground*, *SDA* dan *SCL*. Kaki *Vcc* yaitu kaki positif yang ada pada arduino kami menggunakan 3,3 Volt. Kaki *Ground* yaitu kaki *negative* pada arduino. Untuk *SDA* dan *SCL* kami menggunakan kaki 4 dan 5 pada arduino uno.

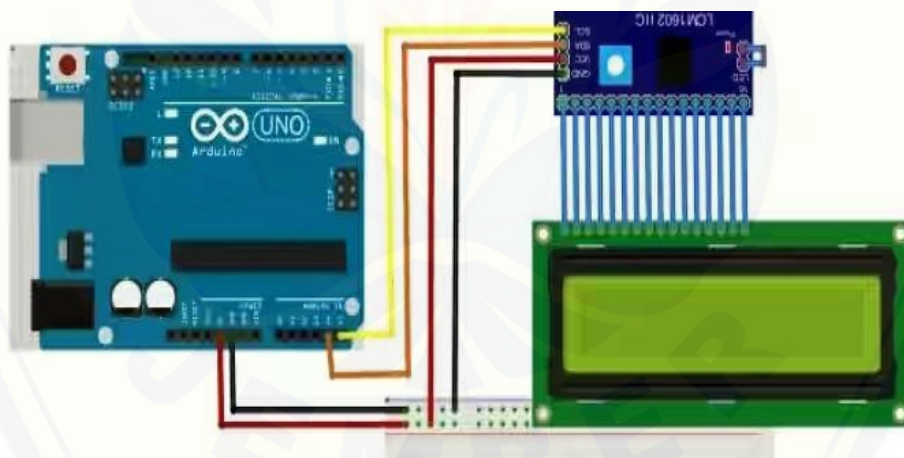


Gambar 3.4 Rangkaian *gyroscope*

### b. Rangkaian i2c LCD

LCD i2c adalah sebuah *shield* LCD display 20 x 4 atau 16 x 4 dengan mengubah data i2c menjadi paralel dengan i2c PCF8574. Pada LCD umumnya menggunakan 7 pin, yang dihabiskan untuk menampilkan data dengan *display* LCD ini. Tetapi dengan LCD i2c ini kita hanya menggunakan 2 pin saja yaitu menggunakan pin SCL dan pin SDA. Setiap i2c mempunyai alamat tersendiri alamat inilah yang akan dicek data dari mana. Pada LCD ini kami menggunakan alamat i2c yaitu 0x3F.

LCD i2c ini sangat menguntungkan bagi yang menggunakan mikrokontroler yang mini, karena dapat menghemat pin yang digunakan. Sehingga sisa pin lain dapat digunakan untuk tempat lain sensor atau yang lainnya. LCD ini mempunyai 4 pin yaitu Vcc, *Ground*, SDA, SCL. Untuk SDA dan SCL dihubungkan pada kaki pin 4 dan kaki pin 5 pada arduino.

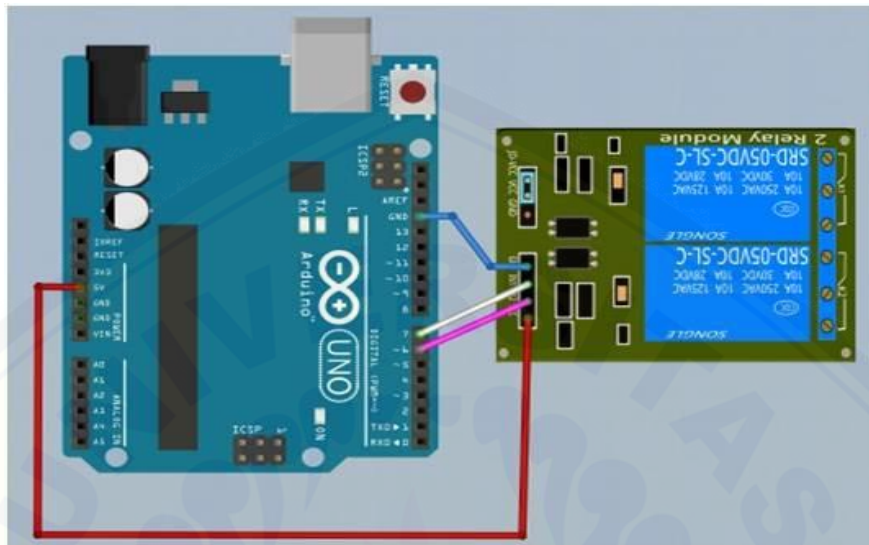


Gambar 3.5 Sistem rangkaian LCD i2c

### c. Rangkain relay 2 Chanel

Rangkaian relay ini digunakan untuk memutus dan menghubungkan pompa air. Relay ini fungsinya sebagai saklar otomatis. Apabila kapal miring ke kanan maka relay 1 akan hidup, pompa air akan hidup dan air yang ada pada tabung sebelah kanan akan dipindahkan ke tabung sebelah kiri. Apabila miring

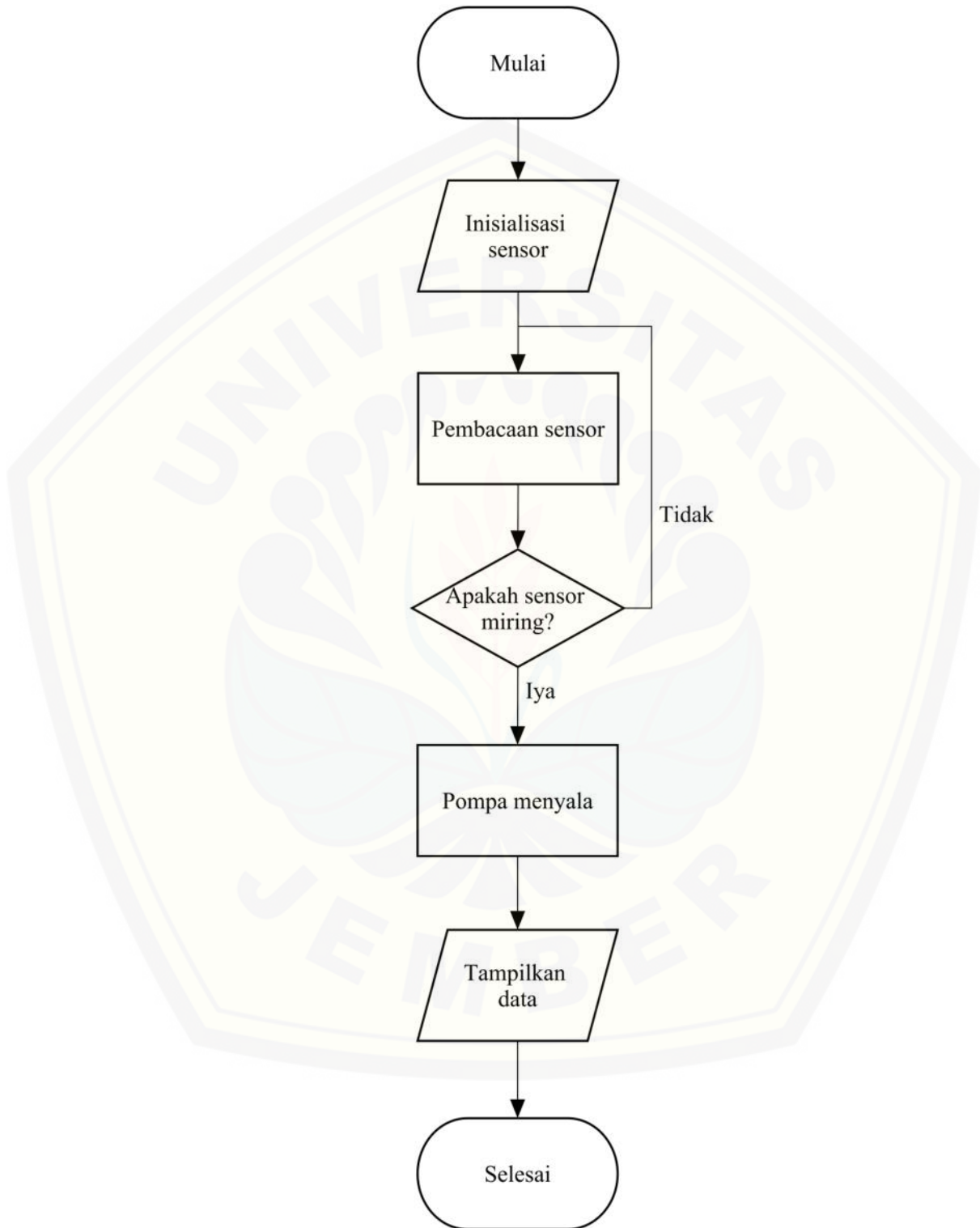
kekiri maka relay 2 akan menyala dan relay 1 akan mati, kemudian air yang disebelah kiri akan dipindahkan ke sebelah kanan.



Gambar 3.6 Rangkaian modul relay 2 channel

Modul relay mempunyai 4 kaki pin yaitu *Vcc*, *Grond*, Pin 1 dan Pin 2. Untuk pin 1 dan pin 2 ini berfungsi untuk mengaktifkan pada masing masing relay. Relay mempunyai 3 *output* yaitu NO, COM dan NC. NO apabila dikasihkan tegangan maka akan menjadi NC juga sebaliknya apabila NC dikasih tegangan maka akan menjadi NO. COM digunakan untuk tegangan yang akan di salurkan ke beban.

### 3.4.4 Flowchart Sistem Keseluruhan



Gambar 3.7 Flowchart sistem keseluruhan

Pada gambar 3.7 menunjukkan proses jalannya alat keseluruhan, dimulai dari kemudian menganalisis sensor *gyroscope*, selanjutnya proses pembacaan sensor *gyroscope*. Setelah proses sudah lakukan maka terdapat pertimbangan keadaan sensor *gyroscope* miring apa tidak, jika tidak miring maka akan kembali pada proses pembacaan sensor. Jika iya maka akan dilakukan proses pompa menyala kemudian data akan ditampilkan.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Prototype Keseimbangan Kapal Terhadap Beban Berat Dengan Menggunakan Gyroscope Berbasis Arduino Uno*” dapat disimpulkan:

1. Kapal dalam keadaan miring apabila besar air yang ada didalam kapal lebih rendah dari pada beban. Seperti jika beban kiri di beri berat 4 kg dan beban kanan kosong maka kapal akan tetap miring ke kiri dikarenakan beban melebihi batas maksimum dengan sudut kemiringan sebesar 43 derajat.
2. Kapal akan bekerja secara otomatis apabila beban yang diberikan lebih rendah dari pada jumlah air yang ada di dalam tabung. Seperti pada data, jika beban kiri diberi berat 3 kg dan beban kanan kosong maka kapal secara otomatis akan memindahkan air yang ada pada tabung kapal sebelah kiri ke sebelah kanan dan kapal akan dalam keadan seimbang dengan sudut kemiringan sebesar 1 derajat.
3. Posisi kapal akan dalam keadaan seimbang apabila beban kiri di beri 3 kg dan beban kanan 2 kg di karenakan jumlah air yang ada dalam tabung kapal masih bisa menyeimbangkan kedua beban tersebut dan kembali dengan sudut kemiringan 1 derajat.

### 5.2 Saran

Dari tugas akhir yang telah dilakukan tentunya perlu ada perbaikan agar hasil yang didapatkan bisa optimal, berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Menggunakan pompa motor yang lebih besar agar proses penyeimbangannya lebih cepat.
2. Jumlah beban yang ada dalam kapal diberi yang lebih berat agar tidak goyang jika terkena ombak.
3. Menggunakan lem yang tahan air agar kapal tidak mudah bocor.



## DAFTAR PUSTAKA

Adi, A.N. 2010. *Mekatronika*. Edisi pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.

[Http://splashtronic.wordpress.com/2013/10/29/modul-kompas-gy-27-273-hmc588831](http://splashtronic.wordpress.com/2013/10/29/modul-kompas-gy-27-273-hmc588831). [Diakses pada 8 januari 2017].

Santoso, H. 2015. *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula*.  
<http://www.elangsakti.com/2015/07/ebook-gratis-belajar-arduino-pemula.html> [Diakses pada 29 Desember 2016].

Setiawan, D. 2008-2014. *Arduino uno*. [www.ilmuti.org](http://www.ilmuti.org). [Diakses pada 11 Januari 2017].

Syahwi, M. 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008. *Tentang Pelayaran*.

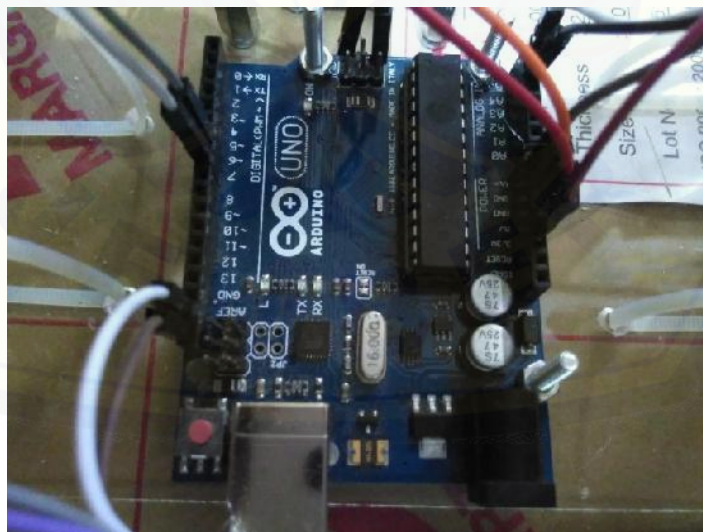
## DAFTAR LAMPIRAN

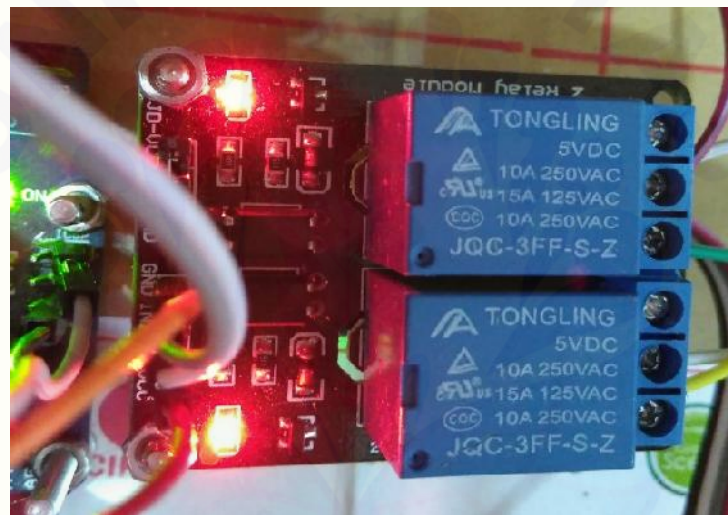
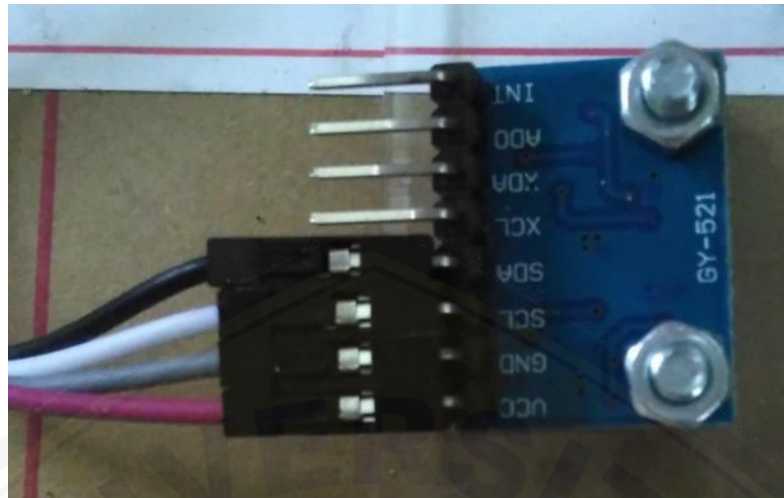
### A. Bentuk kapal



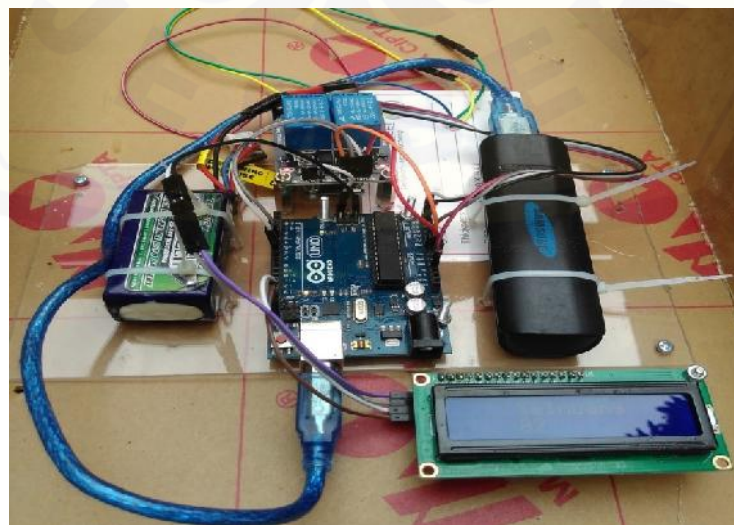


**B. Gambar komponen**





C. Gambar rangkaian Komponen Elektronika



**D. Listing Program**

```
#include <Wire.h>
#include "Wire.h"
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

MPU6050 mpu;

int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3,
POSITIVE);

int val;
int prevVal;
int R_ka=6;
int R_ki=7;

void setup()
{
    Wire.begin();
    Serial.begin(38400);
    lcd.begin(16, 2);
    lcd.backlight();
```

```
lcd.clear();

lcd.print("Kapal Laut");

//Serial.println("Initialize MPU");

mpu.initialize();

//Serial.println(mpu.testConnection() ? "Connected" :
"Connection failed");

pinMode(R_ka,OUTPUT);
pinMode(R_ki,OUTPUT);
}

void loop()
{
    mpu.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);

    val = map(ay, -17000, 17000, 0, 180);
    int sudut=90-val;
    if(sudut<0) {
        sudut=sudut*(-1);
    }
    if (val != prevVal)
    {

        prevVal = val;
    }

    if(val<87){digitalWrite(R_ka,HIGH);digitalWrite(R_ki,LOW);
```

```
    lcd.clear();lcd.setCursor(2,0); lcd.print("Miring
Kiri");

    Serial.print("Miring Kiri  ");Serial.print("relai kiri
on  ");

    Serial.print("relai kanan off  ");}

    else
if(val>93){digitalWrite(R_ka,LOW);digitalWrite(R_ki,HIGH);

    lcd.clear();lcd.setCursor(2,0); lcd.print("Miring
Kanan");

    Serial.print("Miring Kanan  ");Serial.print("relai kiri
off  ");

    Serial.print("relai kanan on  ");}

    else {digitalWrite(R_ka,LOW);digitalWrite(R_ki,LOW);

    lcd.clear();lcd.setCursor(4,0); lcd.print("Seimbang");

    Serial.print("Seimbang  ");Serial.print("relai kiri on
");

    Serial.print("relai kanan on  ");}

    Serial.print(sudut);Serial.println(" derajat");

    Serial.println(" ");

    lcd.setCursor(4,1); lcd.print(sudut);lcd.print("
derajat");

    delay(1000);

}
```