

# PENERAPAN SENSOR MPU 6050 PADA KAPAL NELAYAN UNTUK MONITORING KESTABILAN BERBASIS RASPBERRY PI

## APPLICATION OF THE MPU 6050 SENSOR ON A FISHERING BOAT FOR STABILITY MONITORING BASED ON RASPBERRY PI

<sup>1</sup>Ery Muchyar Hasiri, <sup>2</sup>Fithriah Musadat, <sup>3\*</sup>Nurtin

Program Studi Teknik Informatika

Universitas Dayanu Ikhsanuddin

Jalan Dayanu Ikhsanuddin no.124 Baubau, Sulawesi Tenggara

e-mail:<sup>1</sup>erymuchyarhasiri@unidayan.ac.id, <sup>2</sup>fith.musadat@gmail.com,

<sup>3\*</sup>Nurtinapriliani15@gmail.com

Article Info:	Received 20 Jan 2024	Revised 09 Feb 2024	Accepted 20 Apr 2024
---------------	----------------------	---------------------	----------------------

### Abstrak

Kapal tradisional digunakan oleh nelayan untuk mencari ikan pada perairan laut yang jauh dan memakan waktu yang lama. Saratnya hasil muatan ikan sebagai hasil tangkapan nelayan bisa menjadi salah satu sebab kapal tidak seimbang. Penempatan beban muatan yang tidak tepat dapat menyebabkan kapal miring ketika kapal terkena ombak. Oleh karena itu dibutuhkan alat yang dapat monitoring kestabilan kapal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun alat kestabilan kapal nelayan dengan menerapkan sensor MPU 6050 berbasis raspberry pi. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan observasi langsung pada kapal nelayan, selanjutnya melakukan wawancara nelayan, dan melakukan studi Pustaka dari jurnal penelitian yang terkait. Penelitian ini menghasilkan alat monitoring kestabilan kapal nelayan menggunakan Sensor MPU 6050 Berbasis Raspberry Pi yang mampu melakukan monitoring kestabilan kapal dengan baik. Sensor Accelerometer Gyroscope MPU 6050 yang terpasang pada posisi tengah kapal dapat monitoring kapal pada kemiringan  $0^{\circ}$  Sampai dengan  $80^{\circ}$ . Kemiringan kapal dapat dimonitoring dari aplikasi android yang dapat memberikan informasi kapal dalam kondisi stabil atau tidak stabil.

**Kata Kunci:** Kapal nelayan, monitoring, kestabilan, MPU 6050, Raspberry Pi.

### Abstract

Traditional boats are used by fishermen to fish in distant sea waters and take a long time. The heavy load of fish caught by fishermen can be one of the reasons the ship is unbalanced. Improper placement of cargo can cause the ship to tilt when the ship is hit by waves. Therefore, a tool is needed that can monitor the stability of the ship. This research aims to design a fishing boat stability device by applying a raspberry pi-based MPU 6050 sensor. The research method used was direct observation on fishing boats, then conducting interviews with fishermen, and conducting literature studies from related research journals. This research produces a fishing boat stability monitoring tool using the Raspberry Pi-based MPU 6050 Sensor which is capable of monitoring the stability of the boat well. The Accelerometer Gyroscope MPU 6050 sensor installed in the center of the ship can monitor the ship at a slope of  $0^{\circ}$  to  $80^{\circ}$ . The ship's tilt can be monitored

*from an Android application which can provide information on the ship in a stable or unstable condition.*

**Keywords:** *Fishing boat, monitoring, stability, MPU 6050, Raspberry Pi.*

---

*This is an open access article under the CC BY-SA license.*



## 1. PENDAHULUAN

Kecelakaan Kapal adalah suatu kejadian atau peristiwa yang disebabkan oleh faktor eksternal atau internal dari kapal, yang dapat mengancam atau membahayakan keselamatan kapal, jiwa manusia, kerugian harta benda, dan kerusakan lingkungan maritim. Dari kasus tersebut yang telah di jelaskan penyebab terjadinya kecelakaan kapal nelayan yang membuat seorang nelayan menyepelakan kejadian tersebut salah satunya adalah masalah stabilitas kemiringan pada kapal sehingga membuat kapal tidak dapat dikendalikan dan kehilangan keseimbangan. Penempatan beban muatan yang kurang tepat antar bagian pada sisi kapal dapat menyebabkan kapal miring ketika kapal terkena ombak. Pada sudut kemiringan tertentu kapal tidak dapat mengembalikan posisi seperti semula bahkan dapat terbalik dan akhirnya tenggelam.

Pada umumnya kecelakaan seperti ini terjadi akibat kelalaian karena tidak mengetahui posisi stabilitas kemiringan pada kapal sehingga terlambat dalam penanganannya. Pengaruh daripada kestabilan pada suatu kapal nelayan haruslah diperhatikan karena sangat berpengaruh pada semua sistem yang ada pada kapal nelayan. Untuk itu diperlukan sebuah sistem monitoring kestabilan kapal yang dapat menyediakan informasi tentang stabilitas kemiringan kapal secara real time sehingga dapat mengetahui keadaan ataupun kondisi stabilitas kemiringan kapal.

Penelitian sebelumnya yang menjadi referensi penelitian ini yaitu dengan judul Rancang Bangun Kestabilan Laju Robot Kapal Selam Berbasis Mikrokontroler. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah prototype robot kapal selam yang dapat bergerak naik turun dengan menggunakan laptop dan diatur melalui sebuah mikrokontroler berupa arduino uno. Penelitian ini menggunakan Sensor gyroscope dan Accelerometer yang dapat menjaga laju kestabilan kapal selam. Metoda control yang digunakan dalam sistem ini adalah PID, PID digunakan untuk mengontrol baling-baling kapal selam agar kapal selam tersebut dapat mempertahankan posisinya maupun mempertahankan posisi pada saat robot kapal selam berakselerasi naik turun [1].

Penelitian lainnya yang berjudul Rancang Bangun Kestabilan Posisi Sistem Kendali Manual Robot Kapal Selam Menggunakan Metode Fuzzy Logic. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah kapal selam tanpa awak yang sering disebut dengan Autonomous Underwater Vehicle (AUV) yang dapat digerakkan naik turun menggunakan laptop yang dihubungkan dengan arduino uno. Sensor yang digunakan menggunakan Sensor mpu 6050 yang dapat mengukur gerakan kapal selam tersebut. Metoda control yang digunakan dalam sistem ini adalah fuzzy logic, fuzzy logic digunakan untuk mengontrol baling-baling kapal selam agar kapal selam tersebut dapat mempertahankan posisinya [2].

Penelitian lainnya yang berjudul Pemanfaatan Raspberry pi Pada Model Sistem Monitoring Stabilitas Kemiringan Kapal Penumpang Untuk Antisipasi Kecelakaan. Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan petugas kapal atau nahkoda untuk mengetahui serta memonitoring kondisi kapal dalam keadaan seimbang atau tidak seimbang. Model alat stabilisasi pada kapal penumpang, dengan menggunakan raspberry sebagai server yang mengelolah data kemiringan pada kapal yang akan dikirimkan

datanya ke smartphone Android. Kekurangan pada alat tersebut masih dalam bentuk Prototype belum diterapkan dilapangan [3].

Penelitian lainnya yang berjudul Prototype Kontrol Dan Monitoring Sudut Kemiringan Papi (Precision Approach Path Indicator) Berbasis Mikrokontroler. Tujuan penelitian ini adalah untuk memudahkan kinerja teknisi dan menambah kehandalan Precision Approach Path Indicator (PAPI) agar kepresisian sudut elevasi tetap terjaga. Metode penelitian dengan melakukan observasi Precision Approach Path Indicator (PAPI) pada masa On The Job Training (OJT) di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan, serta mengacu pada pedoman Annex 14 – Aerodrome dan dokumen Direktoral Jendral Perhubungan Udara tahun 2004 tentang Manual Of Standart Aerodrome, Tahun 2012 tentang Pentunjuk dan Tata Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil, dan KP 2 Tahun 2013 Tentang Kriteria Penempatan dan Utilitas Bandar Udara. Hasil pengujian dengan ketelitian sensor IMU MPU – 6050 adalah  $0,175^\circ$  akan memudahkan teknisi melakukan perbaikan dan menambah keandalan Precision Approach Path Indicator (PAPI) dengan menambah fitur otomatisasi menaik turunkan box PAPI ketika terjadi perubahan sudut menggunakan motor Stepper, sehingga kepresisian sudut Precision Approach Path Indicator (PAPI) tetap terjaga demi keselamatan dan kelancaran pendaratan pesawat [4].

Penelitian lainnya yang berjudul Sistem Pendeteksi Kecelakaan Pada Sepeda Motor Berdasarkan Kemiringan Menggunakan Sensor Gyroscope Berbasis Arduino. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem pendeteksi kecelakaan pada sepeda motor berdasarkan kemiringan menggunakan sensor MPU6050. Cara kerja dari alat ini yaitu Sensor MPU6050 yang sebagai pembaca nilai kemiringan pada sistem yang sudah terpasang di sepeda motor akan diolah pada mikrokontroler Arduino Uno. Jika pembacaan kemiringan tersebut dinyatakan sebagai kecelakaan maka Modul GSM SIM900A akan mengirimkan notifikasi berupa pesan pertolongan pada kerabat atau keluarga korban dengan nomor yang sudah ada pada modul GSM SIM900A tersebut. Dengan dilakukannya kemiringan secara bergantian antara ke kiri dan ke kanan dipilih dengan nilai roll pada Sensor MPU6050 berkisar  $\pm 80.00 - \pm 50.00$  dinyatakan dengan sudut  $10^\circ - 50^\circ$  serta nilai kemiringan  $\pm 20.00 - \pm 74.00$  maka dinyatakan pada sudut  $130^\circ - 170^\circ$  sudut - sudut tersebut lah yang dinyatakan sebagai sudut kecelakaan pada sistem dan batas kondisi sudut  $60^\circ - 120^\circ$  dimana nilai rollnya  $\pm 21.00 - \pm 1.00$  yang dinyatakan sebagai sistem normal atau tidak mengirim pesan. Sistem akan membaca kemiringan tersebut jika tidak memenuhi batas kondisi sudut roll tersebut maka sistem akan segera mengirimkan notifikasi berupa pesan pertolongan pada handphone kerabat atau keluarga korban dengan keakuratan berkisar 80% jika tidak terkendala oleh jaringan/sinyal pada Modul GSM SIM900A [5].

Penelitian lainnya dengan judul Sistem Peringatan Dini Menggunakan Deteksi Kemiringan Kepala pada Pengemudi Kendaraan Bermotor yang Mengantuk. Pada penelitian ini, dirancang suatu sistem peringatan dini untuk pengemudi yang mengantuk berdasarkan perubahan posisi kepala (perubahan sebesar 10 cm dalam waktu 18 ms). Sistem dirancang wearable dalam bentuk headgear yang dilengkapi dengan sensor accelerometer MPU-6050 GY-521 dan dipasang pada kepala pengemudi mobil. Proses pengenalan kondisi kantuk dapat diperoleh dengan cara mengidentifikasi perubahan nilai percepatan pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z yang terjadi serentak. Perubahan posisi kepala untuk kondisi kantuk dideteksi dengan cara memberikan nilai ambang (threshold) untuk tiap sumbu. Deteksi kantuk yang dilakukan di dalam mobil, dilakukan sebanyak 10 kali pergerakan kepala, dengan nilai ambang untuk sumbu X sebesar 1, sumbu Y sebesar 3.5 dan sumbu z sebesar 0.5. Dari 10 kali pergerakan kepala, 7 pergerakan kepala berhasil terdeteksi dan 3 pergerakan tidak berhasil terdeteksi. Persentase keberhasilan dari pengujian tersebut sebesar 70% [6].

Penelitian lainnya dengan judul Rancang Bangun Tempat Tidur Pasien Otomatis Dengan Sensor Accelerometer Gyroscope Untuk Mengatur Keseimbangan Berbasis Mikrokontroler Arduino. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mempermudah proses menggerakkan tempat tidur, dapat memudahkan intansi Rumah Sakit agar menjaga kenyamanan pasien dan meningkatkan kualitas mutu rumah sakit. Kesimpulan dari penelitian ini adalah Tempat tidur otomatis telah bekerja dengan baik sesuai perancangan dengan bergerak naik dan turun berdasarkan nilai sudut untuk mencapai kondisi datar [7].

Penelitian lainnya yang berjudul Rancang Bangun Sistem Monitoring Kestabilan Kapal Berbasis Arduino Menggunakan Sensor GY-521 Secara Wireless. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem, menyelidiki penggunaan serta menguji keefektifan dari sistem. Sistem yang dihasilkan adalah berupa sistem pengukur kestabilan berbasis arduino uno sehingga diharapkan dapat menjadi alat dalam pengembangan pendidikan maupun riset [8].

Penelitian lainnya yang berjudul Rancang Bangun Gyroscope Stabilizer untuk Stabilisasi Perahu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi jumlah kecelakaan pada perahu melalui meminimalkan sudut kemiringan pada perahu yang disebabkan oleh ombak. Solusi yang ditawarkan adalah penambahan komponen berupa gyroscope stabilizer yang berfungsi untuk menstabilkan sudut kemiringan akibat gelombang yang bergulung [9].

Penelitian lainnya yang berjudul Rancang Bangun Alat Deteksi Tanah Longsor Berbasis Iot Dengan Nodemcu Esp8266 Dan Mpu6050. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat deteksi tanah longsor dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan MPU6050 sebagai sensor sehingga mampu mendeteksi percepatan bumi pada sumbu x, y, dan z dan kemiringan tanah. Alat deteksi tanah longsor ini berbasis Internet of Thing (IoT) sehingga memungkinkan percepatan bumi dan kemiringan tanah dapat dipantau secara real-time. Alat ini dihubungkan dengan aplikasi yang dibuat menggunakan layanan cloud pada real-time database firebase dan MIT APP Inventor untuk membangun aplikasi. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat dan aplikasi deteksi tanah longsor dapat bekerja sesuai dengan rancangan yaitu dapat menampilkan percepatan pergerakan dan kemiringan tanah secara real-time dan dapat menyampaikan status kondisi yaitu aman, waspada dan awas dengan rata-rata error sebesar 0,419% [10].

Pengembangan penelitian selanjutnya dengan judul Penerapan Sensor MPU 6050 Kapal Nelayan untuk Monitoring Kestabilan Berbasis Raspbery Pi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun alat kestabilan kapal nelayan dengan menerapkan sensor MPU 6050 berbasis raspbery pi.

## **2. METODE PENELITIAN**

### *2.1 Pengumpulan Data*

Adapun metode pengumpulan data yang diterapkan untuk mendapatkan keterangan yang akurat, diperlukan beberapa metode yaitu:

- a. Metode Observasi Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengamati kapal sebagai objek yang diteliti. Beberapa informasi yang akan diperoleh dari hasil observasi antara lain: tempat, pelaku, kegiatan, objek, kejadian atau peristiwa dan waktu.
- b. Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan kepada responden. Narasumber yang diwawancarai dalam penelitian ini adalah adalah Bapak Sarman selaku nelayan sekaligus pemilik kapal nelayan fiberglass.

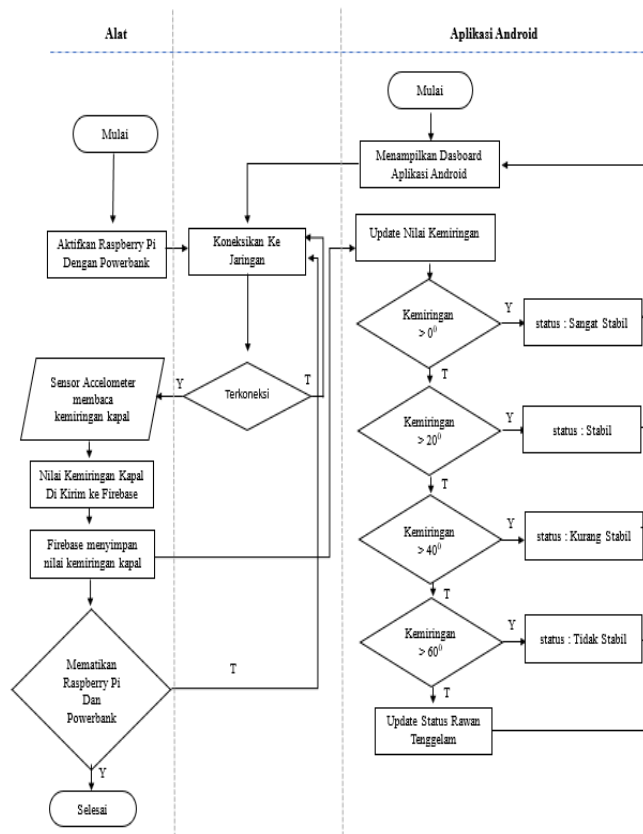
- c. Metode Studi Pustaka adalah metode pengumpulan data yang tidak ditujukan langsung kepada subjek penelitian.

**2.2 Analisis data**

Analisis data dilakukan dengan mengidentifikasi masalah terlebih dahulu, kemudian mengumpulkan data informasi berhubungan dengan masalah tersebut. Data yang diperoleh kemudian di analisa untuk mendapatkan materi masalah yang benar, salah satunya dengan mencari data dari beberapa bagian perangkat keras dan perangkat lunak untuk mengetahui kesesuaian kerja alat serta kemampuan kerja sistem.

**2.3 Flowchart**

Dalam merancang sebuah program pembuatan menganggap sebuah program rancangannya sudah selesai jika program tersebut telah berjalan sesuai dengan yang di harapkan, *flowchart* ini merupakan langkah awal pembuatan program. *Flowchart* alur kerja alat adalah sebagai berikut



Gambar 1 *Flowchart* Sistem

Pada gambar di atas merupakan alur dari alat pendeteksi kemiringan kapal. Pada alur sistem ini terdapat dua triger yaitu dimulai mengaktifkan mikrokontroler *Raspberry pi*, dan membuka dashboard aplikasi android. Kedua triger tersebut harus terkoneksi ke jaringan agar dapat bekerja. Setelah alat dan android terkoneksi ke internet maka sistem akan dijadikan parameter untuk membaca nilai kemiringan kapal tersebut menggunakan sensor *Accelerometer gyroscope MPU 6050*. Kemudian data dari sensor yang telah

dijadikan parameter akan diolah kemudian dikirim ke database online, dan di tampilkan dalam aplikasi *android*. dengan update nilai kemiringan lebih dari  $0^{\circ}$  dengan status kemiringan kapal Sangat Stabil, nilai lebih dari  $20^{\circ}$  berstatus Stabil, nilai lebih dari  $40^{\circ}$  berstatus Kurang Stabil, nilai lebih dari  $60^{\circ}$  berstatus Tidak Stabil dan nilai lebih dari  $80^{\circ}$  untuk status rawan tenggelam. Proses di atas akan terus berulang selama alat dan aplikasi masih terkoneksi dengan internet. Proses pada *flowchart* di atas akan berhenti setelah *Raspberry pi* dimatikan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Rancangan Perangkat Keras



Gambar 2 Halaman Menu Utama

gambar di atas terdapat 3 komponen utama yaitu :

- Sensor Accelerometer Gyroscope MPU 6050 sebagai detector kemiringan
- Raspberry Pi sebagai pengendali yang akan memproses informasi dari perangkat inputan yang akan dikirimkan ke perangkat output.
- Powerbank sebagai supply daya listrik arus DC ke Raspberry pi.

#### 3.2 Pengujian Alat

Untuk memvalidasi kinerja alat maka akan di lakukan 2 tahap pengujian, yaitu:

##### a. Skenario Pengujian 1

Pada Skenario Pengujian 1 alat dipasang pada sebuah tripleks yang sudah disiapkan dengan penggaris busur sebagai pengecek keakuratan pembacaan. Kemudian tripleks tersebut dimiringkan ke kanan, kiri, depan dan belakang secara manual hingga mendapatkan variasi kemiringan  $0^{\circ}$  -  $80^{\circ}$ . Keakuratan data dapat dilihat dengan membandingkan data pada aplikasi Android dan penggaris busur derajat, Adapun proses pengujian ini akan berfokus pada 5 kondisi kemiringan yaitu sangat stabil, stabil, kurang stabil, tidak stabil, dan rawan tenggelam.

- Kondisi Sangat stabil

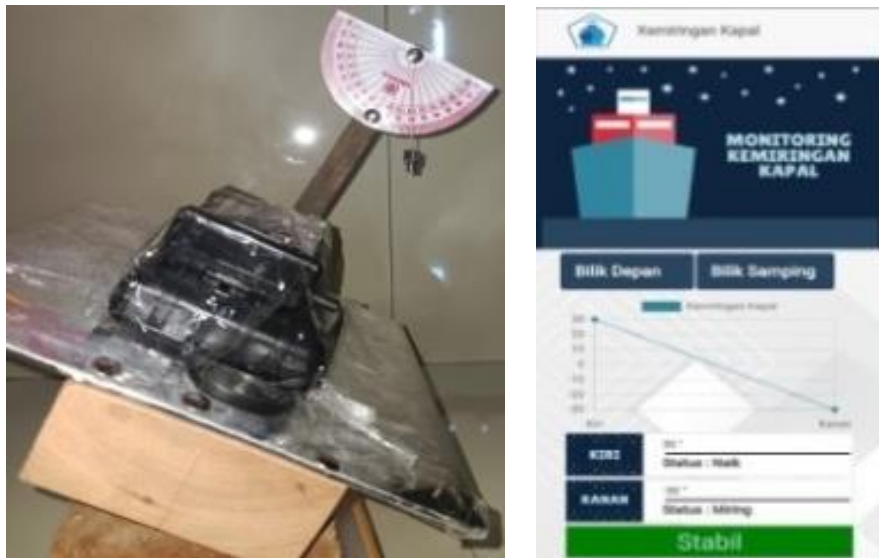
Pada pengujian ini akan dilakukan pengukuran kemiringan pada kondisi Sangat stabil.



Gambar 3.2 Kondisi Kapal Sangat Stabil

Gambar 3.2 menunjukkan tampilan aplikasi saat kapal dalam kondisi sangat stabil sebesar  $0^{\circ}$  baik antara sensor dan busur menampilkan derajat yang sama.

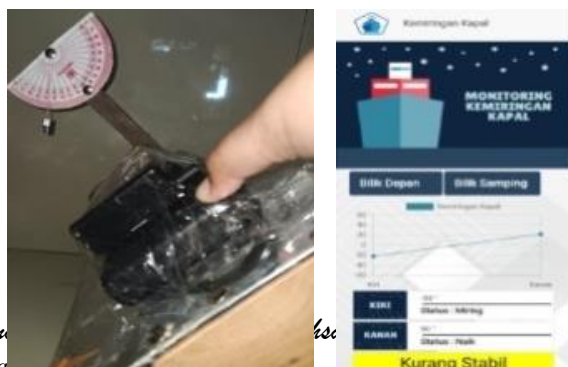
- Kondisi Stabil



Gambar 3.3 Kondisi Kapan Stabil

Gambar 3.3 menunjukkan tampilan aplikasi saat kapal miring kanan dalam kondisi stabil sebesar  $30^{\circ}$  baik antara sensor dan busur menampilkan derajat yang sama.

- Kondisi Kurang Stabil





Gambar 3.4 Kondisi Kurang Stabil

Gambar 3.4 menunjukkan tampilan aplikasi saat kapal miring kiri dalam kondisi kurang stabil sebesar  $50^{\circ}$  baik antara sensor dan busur menampilkan derajat yang sama.

- Kondisi Tidak Stabil



Gambar 3.5 Kondisi Tidak Stabil

Gambar 3.5 menunjukkan tampilan aplikasi saat kapal miring Depan dalam kondisi tidak stabil sebesar  $70^{\circ}$  baik antara sensor dan busur menampilkan derajat yang sama.

- Kondisi Rawan Tenggelam



Gambar 3.6 Kondisi Rawan Tenggelam

Gambar 3.6 menunjukkan tampilan aplikasi saat kapal miring belakang dalam kondisi rawan tenggelam sebesar  $90^{\circ}$  baik antara sensor dan busur menampilkan derajat yang sama.

Berdasarkan dari hasil pengujian yang dilakukan pada pengujian 1 dapat di simpulkan bahwa kemiringan kapal berada pada kondisi sangat stabil kisaran  $0^{\circ}$  sampai  $10^{\circ}$ , selanjutnya kemiringan kapal pada kondisi stabil di kisaran  $20^{\circ}$  sampai  $30^{\circ}$  sedangkan kemiringan kapal pada kondisi kurang stabil berkisar pada nilai  $40^{\circ}$  sampai  $50^{\circ}$ , sedangkan kemiringan kapal pada kondisi tidak stabil berkisar pada  $60^{\circ}$  sampai  $70^{\circ}$  dan kemiringan kapal pada kondisi rawan tenggelam berada pada nilai lebih dari  $80^{\circ}$



Berdasarkan dari pengujian pada gambar di atas antara sensor dan busur menampilkan derajat yang sama sehingga alat tidak mempunyai bias ketika mengukur kemiringan data.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil membuat alat monitoring kestabilan kapal nelayan yang mampu memonitoring kemiringan kapal. Alat ini dibangun dengan memanfaatkan sensor accelerometer gyroscope mpu 6050 yang dihubungkan dengan Raspberry Pi kemudian mengelola datanya difirebase dan menampilkannya pada aplikasi android dalam bentuk nilai derajat dan grafik. Setelah melakukan pengujian alat dapat diketahui bahwa alat yang dibuat bekerja dengan baik ketika kapal dimiringkan  $0^{\circ}$  sampai dengan  $80^{\circ}$ . Aplikasi android dapat menampilkan nilai dan derajat kemiringan kapal yang sama secara real-time sehingga alat tidak mempunyai bias ketika mengukur kemiringan data meskipun diletakkan pada kemiringan bagian kiri, kanan, depan, ataupun belakang kapal. Melalui alat ini dapat mempermudah bagi pengguna untuk mengetahui kondisi keseimbangan kapal sehingga dapat meminimalisasi kecelakaan.

#### 5. SARAN

Pada hasil penelitian ini yang dilakukan terdapat beberapa saran, antara lain Menambah beberapa sensor accelerometer gyroscope mpu 6050 guna menambah akurasi sehingga data yang didapatkan lebih banyak dan lebih spesifik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Abdullah, E. Susanto, dan R. Nugraha, "Rancang Bangun Kestabilan Laju Robot Kapal Selam Berbasis Mikrokontroler," *eProceedings of Engineering*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Apr 2016, Diakses: 26 Desember 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/2854>
- [2] D. P. Sinaga, E. Susanto, dan R. Nugraha, "Rancang Bangun Kestabilan Posisi Sistem Kendali Manual Robot Kapal Selam Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *eProceedings of Engineering*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Apr 2016, Diakses: 26 Desember 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/2842>
- [3] A. Abdurasyid, H. B. Agtriadi, dan L. Alifiana, "PEMANFAATAN RASPBERRY PI PADA MODEL SISTEM MONITORING STABILITAS KEMIRINGAN KAPAL PENUMPANG UNTUK ANTISIPASI KECELAKAAN," *Prosiding Semnastek*, no. 0, Art. no. 0, Des 2017, Diakses: 26 Desember 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1986>
- [4] M. F. Alfian dan R. Rifdian, "PROTOTYPE KONTROL DAN MONITORING SUDUT KEMIRINGAN PAPI (PRECISION APPROACH PATH INDICATOR) BERBASIS MIKROKONTROLER," *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Nov 2018, doi: 10.46491/snitp.v2i1.205.
- [5] A. Suprayogi, H. Fitriyah, dan T. Tibyani, "Sistem Pendeteksi Kecelakaan Pada Sepeda Motor Berdasarkan Kemiringan Menggunakan Sensor Gyroscope Berbasis Arduino," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 3, Art. no. 3, Jan 2019.
- [6] M. Amirullah, H. Kusuma, dan T. Tasripan, "Sistem Peringatan Dini Menggunakan Deteksi Kemiringan Kepala pada Pengemudi Kendaraan Bermotor

- yang Mengantuk,” *JTITS*, vol. 7, no. 2, hlm. F281–F286, Jan 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.31011.
- [7] O. Ockikiriyanto, “Rancang Bangun Tempat Tidur Pasien Otomatis Dengan Sensor Accelerometer Gyroscope Untuk Mengatur Keseimbangan Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *CYCLOTRON*, Agu 2019, doi: 10.30651/cl.v2i2.3256.
- [8] A. Mashuda dan N. Kholis, “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KESTABILAN KAPAL BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR GY-521 SECARA WIRELESS,” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 9, no. 1, 2020, doi: 10.26740/jte.v9n1.p%p.
- [9] D. T. Santoso, R. P. Sari, dan F. F. Mudzakir, “Rancang Bangun Gyroscope Stabilizer untuk Stabilisasi Perahu,” *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 1, Art. no. 1, Apr 2021, doi: 10.32497/jrm.v16i1.2059.
- [10] R. M. Utama, I. Sucahyo, dan M. Yantidewi, “Rancang Bangun Alat Deteksi Tanah Longsor Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 dan MPU6050,” *JIIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Agu 2022, doi: 10.24198/jiif.v6i2.40054.