

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PERANCANGAN SISTEM OTOMASI KENDALI
KESEIMBANGAN BEBAN PADA *LIFEBOAT DAVIT DOUBLE*
ARM BERBASIS *FUZZY LOGIC***



RAAFI'KENMAS KUSUMA MUSROIL
0921019103

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PERANCANGAN SISTEM OTOMASI KENDALI
KESEIMBANGAN BEBAN PADA *LIFEBOAT DAVIT DOUBLE*
ARM BERBASIS *FUZZY LOGIC***



RAAFI'KENMAS KUSUMA MUSROIL
0921019103

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Raafi'Kenmas Kusuma Musroil

Nomor Induk Taruna : 09.21.019.1.03

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang penulis tulis dengan judul:

Perancangan Sistem Otomasi Kendali Keseimbangan Beban pada *Lifeboat Davit Double Arm* Berbasis *Fuzzy Logic*

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

Surabaya, 17 Juli 2025



Raafi'Kenmas Kusuma Musroil
NIT : 09.21.019.1.03

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Juul : Perancangan Sistem Otomasi Kendali Beban pada *Lifeboat Davit Double Arm* Berbasis *Fuzzy Logic*
Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
Nama : Raafi'Kenmas Kusuma Musroil
NIT : 0921019103
Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 23 Januari 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E, M.Pd)

NIP. 196905312003121001

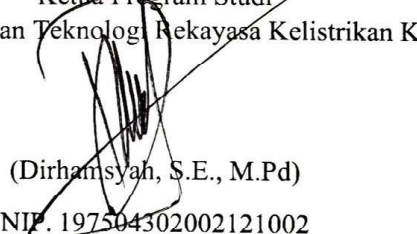


(Wulan Marlia Sandi, S.Pd, M.Pd)

NIP. 198903262023212017

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(Dirhamsyah, S.E., M.Pd)

NIP. 197504302002121002

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Juul : Perancangan Sistem Otomasi Kendali Beban pada *Lifeboat*
Davit Double Arm Berbasis *Fuzzy Logic*
Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
Nama : Raafi'Kenmas Kusuma Musroil
NIT : 0921019103
Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 16 Juli 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E, M.Pd)

NIP. 196905312003121001

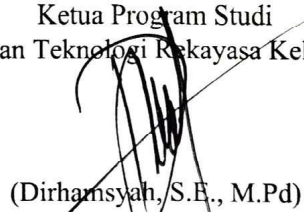


(Wulan Marlisa Sandi, S.Pd, M.Pd)

NIP. 198903262023212017

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(Dirhamsyah, S.E., M.Pd)

NIP. 197504302002121002

PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

PERANCANGAN SISTEM OTOMASI KENDALI KESEIMBANGAN BEBAN
PADA LIFEBOAT DAVIT DOUBLE ARM BERBASIS FUZZY LOGIC

Disusun oleh:

RAAFI'KENMAS KUSUMA MUSROIL
NIT. 09.21.019.1.03

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 31 Januari 2025

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



(Edi Kurniawan, S.ST, M.T)

NIP. 198312022019021001



(Dr. Romanda Annas A., S.ST., M.M)

NIP. 198406232010121005

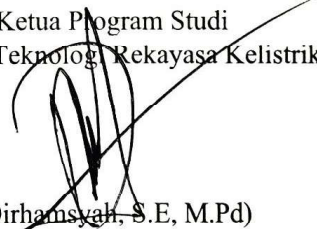


(Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E, M.Pd)

NIP. 196905312003121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(Dirhamsyah, S.E, M.Pd)

NIP. 197504302002121002

PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

PERANCANGAN SISTEM OTOMASI KENDALI KESEIMBANGAN BEBAN
PADA LIFEBOAT DAVIT DOUBLE ARM BERBASIS FUZZY LOGIC

Disusun oleh:

RAAFI'KENMAS KUSUMA MUSROIL
NIT. 09.21.019.1.03

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 22 Juli 2025

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



(Edi Kurniawan, S.ST, M.T)

NIP. 198312022019021001



(Dr. Romanda Annas A., S.ST., M.M)

NIP. 198406232010121005

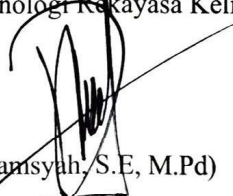


(Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E, M.Pd)

NIP. 196905312003121001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



(Dirhamsyah, S.E, M.Pd)

NIP. 197504302002121002

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL	v
HALAMAN PENGESAHAN SEMINAR HASIL	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
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.....	6
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	6
B. Landasan Teori.....	8

BAB III METODE PENELITIAN	14
A. Perancangan Sistem	14
B. Model Perancangan Alat dan Sistem	16
C. Rencana Pengujian	23
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Pengujian Statis.....	27
B. Pengujian Dinamis	34
BAB V PENUTUP.....	42
A. Kesimpulan	42
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Riview</i> Penelitian Sebelumnya	6
Tabel 3. 1 Kebutuhan <i>Hardware</i>	16
Tabel 3. 2 <i>Wiring</i>	20
Tabel 3. 3 Pengujian Komponen	24
Tabel 3. 4 Pengujian Alat	26
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor <i>Gyroscope</i> MPU-6050	29
Tabel 4. 2 Pengujian <i>Load Cell</i> (HX711)	31
Tabel 4. 3 Pengujian <i>Motor Driver</i> L298N	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Lifeboat Davit</i>	9
Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560	10
Gambar 2. 3 Sensor <i>Gyroscope</i>	11
Gambar 2. 4 Motor Driver L298N	11
Gambar 2. 5 Motor DC 12V	12
Gambar 2. 6 <i>Push Button</i>	13
Gambar 2. 7 Sensor <i>Load Cell</i>	13
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Penyeimbang Penurunan Beban	14
Gambar 3. 2 Blok Diagram Komponen	16
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Penurunan	18
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Penaikan.....	19
Gambar 3. 5 Fungsi Keanggotaan <i>Input Fuzzy</i>	21
Gambar 3. 6 Fungsi Keanggotaan <i>Output Fuzzy</i>	22
Gambar 3. 7 Desain <i>Arm Davit</i> Tampak Depan	24
Gambar 3. 8 Desain <i>Arm Davit</i> Tampak Samping.....	25
Gambar 3. 9 Desain <i>Lifeboat</i> Tampak Samping	25
Gambar 3. 10 Desain <i>Lifeboat</i> Tampak Depan	26
Gambar 4. 1 Uji kedip LED papan Arduino Mega 2560	27
Gambar 4. 2 Pengujian <i>Push Button</i>	28
Gambar 4. 3 Pengujian Sensor MPU-6050	28
Gambar 4. 4 Pengujian <i>Load Cell</i> (HX711)	30
Gambar 4. 5 Pengujian <i>Driver</i> L298N dan Motor DC 12V	32
Gambar 4. 6 Pengujian Kontrol Mulai Penurunan Otomatis <i>Lifeboat</i>	34
Gambar 4. 7 Pengujian Penyeimbangan Posisi Otomatis Penurunan <i>Lifeboat</i>	35
Gambar 4. 8 Pengujian Penyeimbangan Posisi Otomatis Penurunan <i>Lifeboat</i>	36
Gambar 4. 9 Pengujian Kontrol Stop Penurunan Otomatis <i>Lifeboat</i>	37
Gambar 4. 10 Pengujian Kontrol Penaikan <i>Lifeboat</i>	38
Gambar 4. 11 Pengujian Kontrol Stop dan <i>Limit Switch</i> Penaikan <i>Lifeboat</i>	38
Gambar 4. 12 Grafik Penurunan <i>Lifeboat</i> Kemiringan 0°	39
Gambar 4. 13 Grafik Penurunan <i>Lifeboat</i> Kemiringan -27°	40
Gambar 4. 14 Grafik Penurunan <i>Lifeboat</i> Kemiringan 37°	41

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lifeboat davit atau dewi-dewi adalah sebuah alat untuk menurunkan sebuah sekoci, dimana sekoci merupakan sebuah sarana penyelamatan ketika terjadinya kecelakaan di pelayaran (Ramadhan, 2023). *Lifeboat davit* merupakan perangkat yang sangat penting dalam industri maritim, karena digunakan untuk menurunkan sekoci penyelamat dari kapal ke laut pada situasi darurat. *Lifeboat davit double arm* dilengkapi dengan dua lengan tuas yang digerakkan oleh motor katrol untuk menurunkan sekoci secara aman. Tantangan dalam pengoperasian *lifeboat davit* adalah ketidakseimbangan posisi *lifeboat*, hal ini dapat terjadi ketika salah satu katrol *arm* menurunkan *lifeboat* dengan kecepatan yang lebih tinggi dari *arm* lainnya. Hal ini dapat terjadi karena ketimpangan beban berlebih pada *lifeboat*, kerusakan mekanis, ataupun kesalahan operasi. Penurunan sekoci yang tidak seimbang dapat mengarah pada kecelakaan yang membahayakan. Contoh insiden karena ketidakseimbangan saat penurunan *lifeboat* terjadi pada 2016.

Tanggal 13 September 2016 di Perancis, *lifeboat* milik MV. Harmony Of The Season terjatuh ke laut saat *abandonship drill* (BMA, 2017). Terjadi kesalahan operasi saat penurunan *lifeboat*, ketika bagian belakang *lifeboat* sudah mulai menurun namun bagian pengaman depan *lifeboat* masih terikat sehingga bagian depan tidak ikut menurun. Hal tersebut menyebabkan kemiringan berlebih pada *lifeboat* sehingga *wire* putus dan *lifeboat* terjatuh ke laut menyebabkan 3 orang

terluka. Dikutip dari The Nautical Institute (2019), terjadi insiden saat penurunan sekoci dikarenakan *wire clamp* telah bergeser sehingga posisi awal penarikan terjadi kemiringan antara bagian depan dan belakang sekoci.

Untuk meminimalkan risiko ini, diperlukan sistem yang dapat mendeteksi ketidakseimbangan posisi *lifeboat* secara otomatis dan menyesuaikan kecepatan motor katrol di masing-masing *arm* untuk menyeimbangkan beban secara dinamis. Terdapat berbagai metode kontrol yang secara tradisional sering digunakan, seperti kontrol proporsional (P), kontrol integral (I), kontrol derivative (D), atau kombinasi dari metode-metode tersebut. Namun, di sisi lain, telah berkembang teknologi kontrol yang tidak bergantung pada pendekatan konvensional melalui persamaan matematika untuk mencapai hasil yang diinginkan. Sebaliknya, teknologi ini menggunakan kemampuan manusia dalam mengendalikan sesuatu, yang diwujudkan dalam bentuk aturan-aturan "jika-maka" (*If-Then Rules*). Dengan demikian, proses pengendalian dilakukan melalui pendekatan linguistik, dan sistem ini dikenal dengan nama sistem kendali *fuzzy logic*. Sistem kendali *fuzzy logic* diterapkan dalam berbagai aplikasi sistem kontrol karena metode ini relatif mudah dan fleksibel untuk dirancang tanpa perlu melibatkan model matematis yang rumit dari sistem yang dikendalikan.

Dalam rangka mengatasi masalah ini, penulis merancang sebuah sistem otomatis yang menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mengatur kecepatan motor katrol pada setiap *arm lifeboat davit*. *Fuzzy logic* dipilih karena kemampuannya untuk menangani ketidaktepatan dalam sistem yang kompleks dan dinamis, seperti penyeimbangan beban pada davit, tanpa memerlukan model matematis yang rumit.

Sistem ini akan menggunakan sensor *gyroscope* untuk memonitor keseimbangan posisi sekoci, berdasarkan pembacaan sensor ini, *fuzzy logic* akan mengatur kecepatan motor untuk menyesuaikan gerakan kedua *arm*, memastikan penurunan sekoci berlangsung dengan lebih aman dan efisien. Berdasarkan uraian diatas maka penulis mengangkat judul “Perancangan Sistem Otomasi Kendali Keseimbangan Beban pada *Lifeboat Davit Double Arm* Berbasis *Fuzzy Logic*”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan menciptakan sistem otomasi untuk mendeteksi dan mengatur keseimbangan posisi sekoci secara otomatis, pada *lifeboat davit double arm*, saat penurunan sekoci?
2. Bagaimana kinerja sistem berbasis *fuzzy logic* untuk menyeimbangkan kecepatan motor katrol antar dua *arm* saat penurunan sekoci pada *lifeboat davit*?

C. Batasan Masalah

Agar pembahasan karya terapan ini tidak meluas, maka penulis mengangkat batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian berfokus pada perancangan sistem otomasi pengatur keseimbangan beban pada saat penurunan *lifeboat davit*.
2. Metode yang digunakan adalah metode *Fuzzy Logic*.

3. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega 2560.
4. Kemiringan posisi sekoci dideteksi menggunakan sensor *gyroscope*.
5. Motor DC 12V sebagai motor katrol.
6. Replika *Lifeboat Davit Double Arm* dan sekoci dibuat dengan material yang berbeda dan ukuran yang diperkecil dari aslinya.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah di atas, tujuan penelitian karya ilmiah terapan ini adalah :

1. Mengembangkan purwarupa *lifeboat davit double arm* yang dapat mendeteksi ketidakseimbangan posisi sekoci serta mengatur keseimbangan posisi pada saat penurunan sekoci.
2. Menguji dan mengetahui kinerja sistem berbasis *fuzzy logic* untuk menyesuaikan kecepatan motor katrol secara otomatis guna mengatasi ketidakseimbangan saat penurunan sekoci pada sistem *lifeboat davit double arm*.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menciptakan sistem yang dapat mengurangi risiko kerusakan pada sistem *lifeboat davit double arm* akibat terjadinya ketidakseimbangan penurunan sekoci.

2. Sebagai inovasi yang dapat meningkatkan keamanan dan keselamatan bagi para awak kapal pada saat evakuasi penurunan sekoci.
3. Sebagai referensi yang bisa digunakan pada penelitian berikutnya, khususnya mengenai otomasi pengatur keseimbangan beban dinamis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Dalam penelitian ini, penulis meninjau penelitian yang telah ada untuk memahami temuan serta perbedaan dari penelitian yang ada. Dengan cara ini, peneliti dapat menghindari plagiasi serta mengembangkan penelitian yang telah ada, sekaligus memperkaya topik yang akan diteliti. Oleh karena itu, peneliti memerlukan data dari penelitian sebelumnya. Berikut ini adalah tinjauan penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini, yang disajikan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Review Penelitian Sebelumnya*
Sumber : Fauzan (2025), Santoso dkk (2023), Mawardani (2022).

No	Peneliti	Judul	Hasil	Perbedaan
1	Fidhini Fachrul Fauzan, Giovanni Dimas Prenata, Lutfi Agung Swarga Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya (2025)	Rancang Bangun Sistem Kendali <i>Katrol Rubber Tyred Gantry Crane</i> Berbasis <i>Programmable Logic Controller</i> Dan <i>Fuzzy</i>	Penelitian ini membahas pengembangan sistem otomasi pada <i>hoist Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) <i>crane</i> menggunakan PLC Omron CP1E, sensor ultrasonik HC-SR04, dan algoritma <i>Fuzzy Logic</i> . Sistem ini mengatur kecepatan motor induksi 3 fasa melalui VFD ABB ACS150 berdasarkan jarak spreader terhadap kontainer. <i>Input</i> jarak diproses Arduino Uno dengan <i>fuzzy logic</i> untuk menentukan kecepatan (8 Hz untuk jauh, 5 Hz untuk sedang, dan 3 Hz untuk dekat), kemudian dikirim ke	Penelitian sebelumnya membahas tentang <i>Rubber Tyred Gantry</i> (RTG) <i>crane</i> serta menggunakan PLC sebagai kontrolernya. Sedangkan pada penelitian ini membahas <i>lifeboat davit</i> sebagai objek yang diteliti serta menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai kontroler.

No	Peneliti	Judul	Hasil	Perbedaan
			PLC untuk mengendalikan motor. Hasil pengujian menunjukkan sistem berhasil berfungsi sesuai rancangan, dengan respon kecepatan yang tepat dan konsisten terhadap perubahan jarak.	
2	Santoso, Izzah Aula Wardah, Puji Slamet,dkk. Electrical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, University of 17 August 1945 (2023)	<i>Design and Build Two Wheel Balancing Robot Simulation with Fuzzy PID</i>	Penelitian ini mendesain dan membangun simulasi robot penyeimbang dua roda menggunakan tilt sensor sebagai input, metode pemrograman fuzzy PID, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, serta menggerakkan dua motor sebagai output. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga keseimbangan robot dalam rentang kemiringan ± 3 derajat pada bidang datar, dengan nilai rata-rata sinyal sebesar 0,092 dan standar deviasi 0,025. Indikator keberhasilan ditunjukkan dari step response yang stabil serta peningkatan PWM yang sesuai terhadap perubahan sudut, menandakan bahwa kombinasi kendali fuzzy-PID efektif dalam menjaga kestabilan posisi robot.	Penelitian sebelumnya berfokus pada desain dan membangun simulasi robot penyeimbang dua roda menggunakan <i>tilt</i> sensor sebagai <i>input</i> , metode pemrograman <i>fuzzy-PID</i> , dan mikrokontroler Arduino Uno. Sedangkan penelitian ini merancang sistem penyeimbang gerak dua motor katrol <i>lifeboat davit</i> dengan sensor <i>gyroscope</i> sebagai <i>input</i> , metode pemrograman <i>Fuzzy Logic</i> , dan Ardino Mega 2560 sebagai mikrokontroler.
3	Wening Kharisma Mawardani, Joko	Sistem Pengaturan Kecepatan Motor dengan Metode	Penelitian ini mengembangkan <i>mobile robot</i> menarik	Penelitian pertama Fokus pada <i>robot mobile</i> menarik troli

No	Peneliti	Judul	Hasil	Perbedaan
	Susila, dan Joko Priambodo Departemen Teknik Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2022)	<i>Fuzzy Logic</i> pada <i>Mobile Robot</i> untuk Menarik Troli Makanan	troli makanan yang dikendalikan jarak jauh melalui ESP8266 dan Arduino Mega 2560. Sistem menggunakan driver motor IBT-2, motor DC 24V, <i>linear actuator</i> , serta sensor ultrasonik. Kecepatan motor diatur melalui <i>joystick</i> dengan metode <i>fuzzy logic</i> . Hasil menunjukkan sistem mampu menarik beban hingga 63 kg dengan kecepatan minimum 15,9 RPM, serta memiliki tingkat <i>error</i> pengaturan kecepatan hanya 0,12%, menandakan kinerja sistem yang akurat dan andal.	makanan dengan remote control dan <i>Wi-Fi module</i> dengan <i>Fuzzy Logic</i> untuk mengatur kecepatan motor DC berdasarkan input <i>joystick</i> dan sensor ultrasonik. Sedangkan penelitian ini membahas sistem <i>lifeboat davit</i> menggunakan <i>Fuzzy Logic</i> untuk menyesuaikan kecepatan motor katrol pada setiap <i>arm lifeboat davit</i> agar beban terdistribusi dengan seimbang, berdasarkan pembacaan sensor <i>gyroscope</i> .

B. Landasan Teori

Teori dasar yang menjadi acuan dan berkaitan dengan permasalahan penelitian Perancangan Sistem Otomasi Kendali Keseimbangan Beban pada *Lifeboat Davit Double Arm* Berbasis *Fuzzy Logic*.

1. *Lifeboat Davit*

Davit atau dewi-dewi merupakan alat untuk mengangkat atau derek dengan rancangan tertentu, misalnya sekoci. Maka, *lifeboat davit* adalah alat yang dirancang secara khusus untuk mengangkat maupun menurunkan sekoci dari kapal. Sistem peralatan keselamatan dewi-dewi (*davit*) untuk sekoci penolong kapal pelayaran samudera biasanya mempergunakan dewi-dewi

dengan berengsel (*luffing davits*) atau dengan sistem gravitasi atau kombinasi (Ramadhan, 2023). Sehingga jenis *davit* yang menjadi objek penelitian penulis adalah *Lifeboat davit double arm*, yaitu dewi-dewi berengsel yang memiliki dua penopang atau lengan tuas.



Gambar 2.1 *Lifeboat Davit*

Sumber : <https://www.global-davit.de/products/lifeboat-handling/pivot-davit-systems/>

2. Metode *Fuzzy Logic*

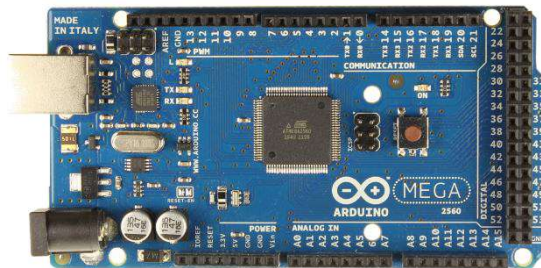
Logika *fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah (Sitorus et al., 2022). Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output dan mempunyai nilai *continue*. Beberapa alasan logika *fuzzy* sering digunakan, antara lain memiliki konsep logika yang mudah dipahami, fleksibel, dan mampu memodelkan fungsi non-linear yang kompleks.

Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun seberapa besar kebenaran dan kesalahan tergantung pada

bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika *fuzzy* memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1 dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah.

3. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang diproduksi oleh Arduino Company yang memiliki jumlah pin digital maupun analog lebih banyak dibandingkan dengan jenis Arduino yang lain, seperti Arduino micro, nano, dan uno (Rahardjo, 2022). Board ini memiliki pin I/O yang banyak, 54 digital *input/output*, 15 buah di antaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 buah analog *input*, 4 UART.



Gambar 2.2 Arduino Mega 2560

Sumber : <https://www.arduino.biz.id/2023/01/penjelasan-tentang-arduino-mega-2560.html>

4. Sensor *Gyroscope*

Gyroscope adalah sensor *gyro* untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada sumbu (Rahman et al., 2022). Perangkat ini bekerja untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, dengan prinsip-prinsip ketetapan momentum sudut. Mekanismenya yaitu sebuah roda berputar dengan piringan di dalamnya yang

tetap stabil. Sensor ini sering digunakan sebagai pendeteksi kemiringan dan keseimbangan dikarenakan kemampuannya untuk mengukur dan mempertahankan orientasi.

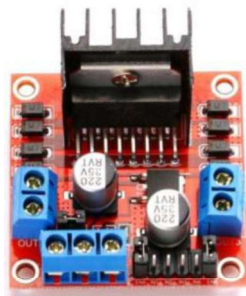


Gambar 2.3 Sensor *Gyroscope*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/LMkg1QRdxhNzwRgNA>

5. Motor Driver L298N

Motor Driver L298N adalah sebuah modul pengendali motor yang menggunakan IC L298 untuk mengendalikan motor DC atau motor stepper (Imam & Dian, 2021). Modul ini dapat mengendalikan dua motor DC secara bersamaan dengan menggunakan sinyal kontrol *pulse width modulation* dan dapat bekerja pada tegangan hingga 46V. L298N memiliki kemampuan untuk mengendalikan arah rotasi motor serta kecepatan putaran dengan memberikan sinyal logika tertentu pada pin inputnya. Driver motor L298N memiliki kelebihan yaitu kepresisian sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol.



Gambar 2.4 Motor Driver L298N

Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/L298N-DC-Stepper-Motor-Driver-Module-1600452130163.html>

6. Motor DC 12V

Motor Listrik DC atau DC Motor adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (Mawardani et al.,2022). Motor DC 12V memiliki dua terminal input untuk menghubungkan motor sumber daya 12V DC dan untuk mengendalikan dengan mengubah tegangan atau arah arus yang masuk ke motor. Dengan menggunakan kontrol PWM, kecepatan motor dapat diatur secara efisien, membuatnya ideal untuk aplikasi yang memerlukan pengendalian presisi dan daya yang relatif tinggi.



Gambar 2.5 Motor DC 12V

Sumber : <https://images.tokopedia.net/img/cache/250-square/VqbcmM/2022/1/24/b2a1840b-b57f-40e8-bc1e-fl30a1cd950e.jpg>

7. *Push Button*

Push button atau tombol tekan adalah saklar elektromekanis sederhana yang digunakan untuk mengontrol aliran arus listrik (Maulana & Nurpulaela, 2025). *Push button* memiliki sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci) yang berarti saklar akan bekerja sebagai perangkat penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan dan akan kembali pada kondisi normal saat saklar dilepas.

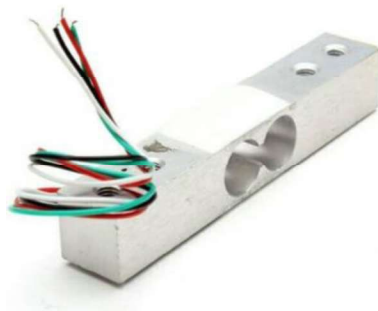


Gambar 2.6 *Push Button*

Sumber : <https://www.electronics-lab.com/project/arduino-button-debounce-tutorial/>

8. Sensor *Load cell* HX711

HX711 adalah modul penimbang yang bekerja dengan prinsip mengubah perubahan resistansi, yang terjadi akibat beban, menjadi sinyal tegangan melalui rangkaian internal yang dimilikinya (Aprilia et al., 2024). Dikarenakan kemampuannya untuk mengubah gaya tekan menjadi sinyal elektrik, sensor ini sering digunakan untuk mengukur dan menimbang beban suatu benda dengan akurat. Akurasi pembacaan sensor *load cell* dipengaruhi komponen elektronik dan desain mekanik, khususnya komponen elektronik yang digunakan sebagai pengendali dan pengkalkulasi pembacaan dari sensor.



Gambar 2.7 Sensor *Load Cell* HX711

Sumber : <https://digiwarestore.com/9410/load-cell-20kg-weight-sensor-berat-296404.jpg>

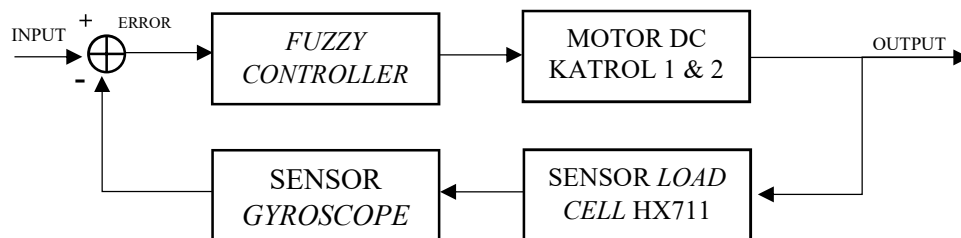
BAB III

METODE PENELITIAN

Bab ini membahas metode dan tahapan penelitian yang digunakan. Penjelasan mengenai alur penelitian mencakup perancangan sistem, perancangan alat, serta rencana pengujian yang disusun secara rinci, sistematis, dan terstruktur sesuai dengan langkah-langkah yang telah ditetapkan dalam bentuk narasi. Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan metode eksperimen sebagai pendekatan utama.

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah proses yang kritis dan kompleks yang melibatkan pemikiran sistematis, analisis mendalam, dan pengambilan keputusan yang tepat (Mukti et al., 2023).



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Penyeimbang Penurunan Beban
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Keterangan:

1. *Input*

Input berupa sumber perintah awal dari pengguna dari untuk memulai sistem.

2. *Fuzzy Controller*

Berfungsi sebagai pusat pengendalian yang memproses data dari sensor *gyroscope* dan mengatur kinerja motor DC berdasarkan kondisi keseimbangan beban.

3. Motor DC Katrol

Motor katrol digunakan untuk menggerakkan tali dalam proses pengangkatan atau penurunan beban.

4. Sensor *Load Cell* HX711

Komponen yang berfungsi untuk mendeteksi tegangan atau beban pada tali sebagai pendeteksi proses penurunan masih berlangsung atau selesai.

5. Sensor *Gyroscope*

Bertugas memantau keseimbangan posisi beban secara *real-time*. Data yang diperoleh dikirimkan ke *fuzzy controller* untuk memastikan keseimbangan beban.

6. *Output*

Hasil akhir berupa posisi beban yang turun dengan stabil, seimbang, dan sesuai target.

Dalam blok diagram pada gambar 3.1 dijelaskan bagaimana garis besar proses sistem pengendali keseimbangan beban secara otomatis pada *lifeboat davit double arm* dapat berjalan dengan baik.

B. Model Perancangan Alat dan Desain

Dalam penelitian ini proses perancangan dibagi menjadi 5 langkah, yaitu :

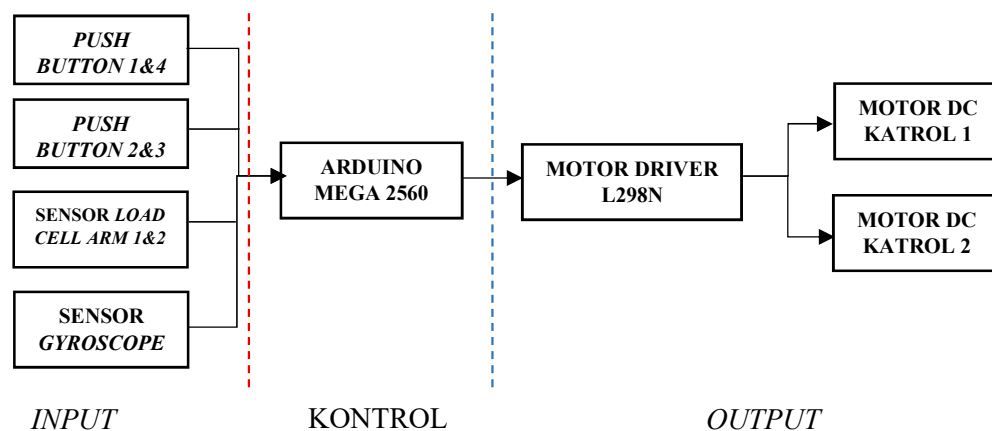
1. Identifikasi Kebutuhan

Hardware yang diperlukan untuk menciptakan sistem pengendali keseimbangan beban secara otomatis :

Tabel 3.1 Kebutuhan *Hardware*
Sumber : Dokumentasi Penelitian

No	<i>Hardware</i>	Kegunaan
1	Arduino Mega 2560	Pengendali dan pemrosesan sistem
2	Motor DC 12V	Penggerak <i>arm davit</i> dan katrol
3	Sensor <i>Gyroscope</i>	Pendeteksi keseimbangan posisi sekoci
4	Motor Driver L298N	Mengatur kecepatan dan putaran motor DC
5	Sensor <i>load cell</i>	Kontrol stop penurunan
6	<i>Push Button</i>	Untuk memulai perintah sistem
7	Rangka <i>Arm Davit</i>	Sebagai peraga <i>davit</i> dan penopang perangkat lainnya
8	Miniatur Sekoci	Sebagai peraga sekoci
9	<i>Limit Switch</i>	Kontrol stop penurunan

2. Blok Diagram



Gambar 3 2 Blok Diagram Komponen

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Berikut adalah penjelasan rinci bagaimana komponen-komponen bekerja untuk mendukung fungsi dari sistem otomasi pengendali keseimbangan beban pada *lifeboat davit double arm* :

a. *Input*

- 1) *Push button 1 & 2* sebagai kontrol manual untuk mengoperasikan motor katrol. Tombol 1 digunakan untuk memilih mode penurunan atau penaikan sedangkan tombol 2 untuk memulai perintah operasi motor katrol.
- 2) Sensor *load cell arm 1 & 2* digunakan untuk mendeteksi ketegangan pada tali yang digunakan pada sistem katrol, ketika tali dinyatakan kendor maka akan menghentikan motor katrol dan menghentikan kerja sistem.
- 3) Sensor *gyroscope* mendeteksi keseimbangan dan kemiringan posisi sekoci pada saat proses penurunan dan penaikan sekoci.

b. *Kontrol*

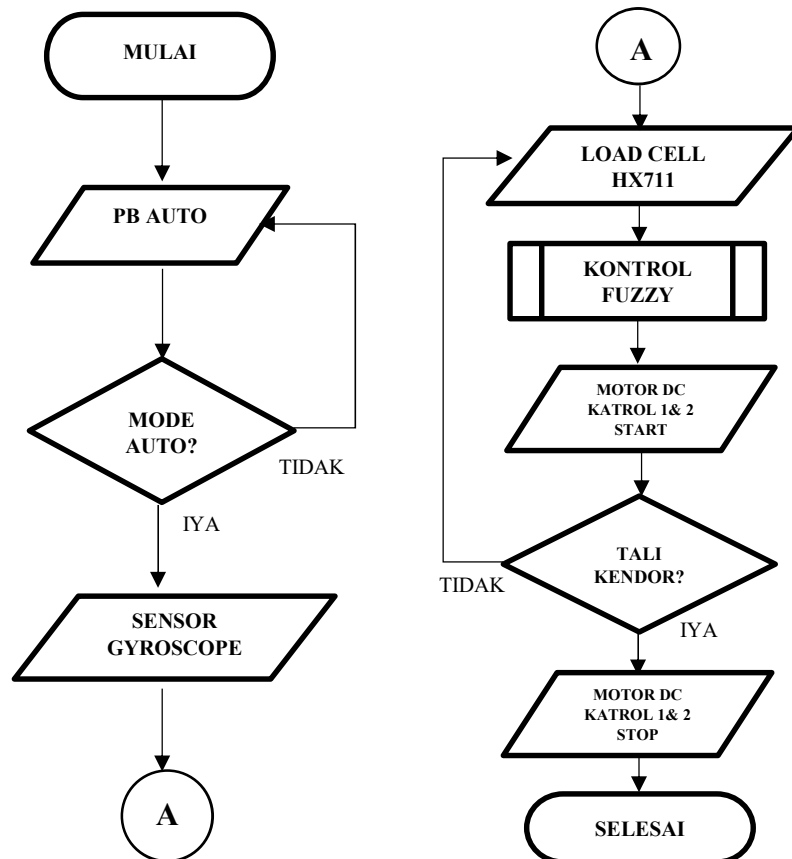
Arduino Mega 2560 adalah pusat kendali dari sistem ini. Mikrokontroler ini bertugas membaca input dari sensor dan *push button*, serta mengontrol pergerakan motor melalui driver motor L298N.

c. *Output*

- 1) Driver motor L298N mengontrol motor DC katrol 1 & 2 yang berfungsi untuk mengangkat atau menurunkan beban.
- 2) Motor DC katrol 1 & 2 digunakan untuk menaikkan dan menurunkan sekoci menggunakan tali dengan sistem katrol.

3. Flowchart

Di bawah ini dijelaskan *flowchart*, mengenai proses pengendalian sistem penurunan dan kontrol keseimbangan beban secara otomatis

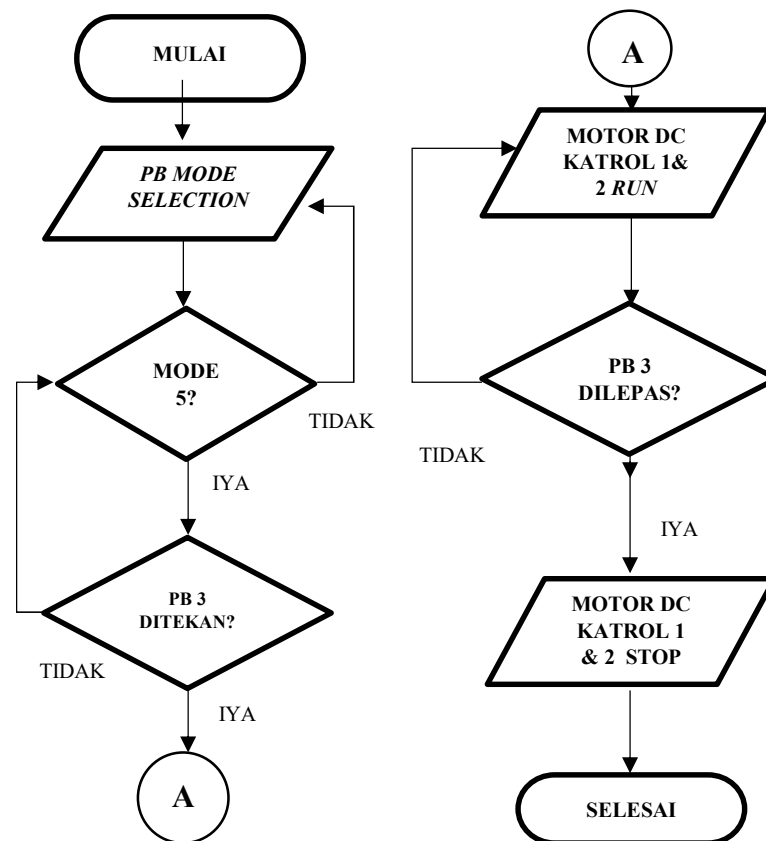


Gambar 3.3 *Flowchart* Penurunan Otomatis

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Proses dimulai ketika *push button auto mode* ditekan untuk memilih mode pengoperasian *lifeboat davit* yaitu penurunan otomatis. Setelah itu, *load cell* HX711 dan sensor *gyroscope* memantau posisi sekoci dan memberikan data keseimbangan secara *real-time* kepada sistem kontrol *fuzzy*. Setelah itu, kontrol *Fuzzy* memerintahkan motor DC katrol 1 & 2 untuk beroperasi.

Kontrol fuzzy memproses data dari sensor *gyroscope* untuk memastikan keseimbangan sekoci. Jika posisi tidak seimbang maka kontrol *fuzzy* akan melakukan penyesuaian kecepatan pada motor DC katrol 1 & 2 agar sekoci berada dalam posisi seimbang. Setelah sekoci seimbang, proses penurunan dilanjutkan hingga sekoci mencapai permukaan air, tegangan tali akan mengendor karena tidak lagi menahan beban. Ketika sensor beban mendeteksi bahwa tali kendur, operasi motor DC katrol 1 & 2 akan terhenti.



Gambar 3.4 *Flowchart* Penaikan
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Proses penaikan dimulai saat *push button selection mode* ditekan untuk memilih mode pengoperasian *lifeboat davit* yaitu penaikan. Setelah itu,

pengguna menekan *push button 3* yang mengaktifkan perintah untuk motor DC katrol 1 & 2 beroperasi. Selama *push button 3* ditekan motor DC katrol 1 & 2 beroperasi dan akan berhenti ketika *push button 3*.

4. Wiring

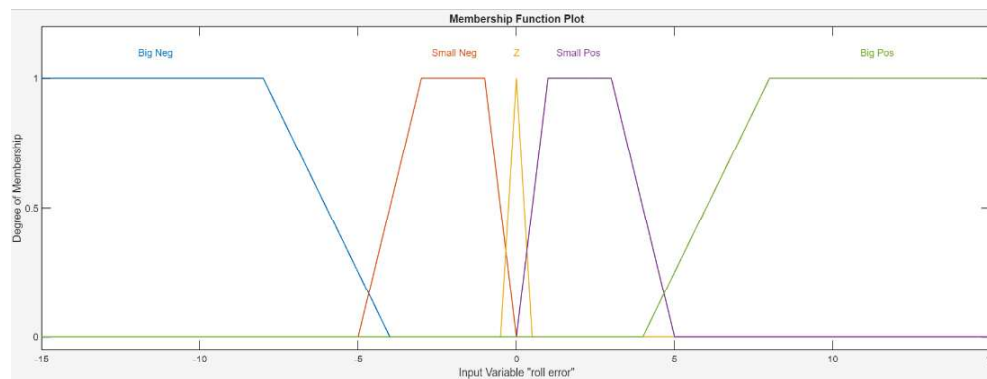
Untuk mengintegrasikan berbagai komponen supaya menghasilkan sistem yang mampu untuk menyeimbangkan beban pada *lifeboat davit*, diperlukan sambungan yang tepat antar komponen. Tabel 3.2 menjelaskan secara rinci konfigurasi pin dan jalur koneksi dari setiap komponen elektrik.

Tabel 3.2 *Wiring*
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Komponen	Pin Arduino Mega	Koneksi	
		Komponen	Komponen
Arduino Mega 2560	Pin 4	<i>Push Button 2</i>	Kaki sinyal
	Pin 5	<i>Push Button 3</i>	Kaki sinyal
	Pin 6	<i>Push Button Auto</i>	Kaki sinyal
	Pin 23	<i>Push Button 1</i>	Kaki sinyal
	Pin 3	<i>Limit Switch</i>	Kaki sinyal
	GND	Semua <i>Push Button & Switch</i>	Kaki <i>Ground</i>
Arduino Mega 2560	Pin 25	HX711 <i>Load Cell</i>	DT
	Pin 24	HX711 <i>Load Cell</i>	SCK
Arduino Mega 2560	Pin 21 (SCL)	MPU6050 <i>Gyroscope</i>	SCL
	Pin 20 (SDA)	MPU6050 <i>Gyroscope</i>	SDA
	GND	MPU6050 & HX711	GND
	3.3V / 5V	MPU6050 & HX711	VCC
Arduino Mega 2560	Pin 8	Driver Motor L298N	IN1
Arduino Mega 2560	Pin 9	Driver Motor L298N	IN2
	Pin 10	Driver Motor L298N	ENA (PWM M1)
	Pin 11	Driver Motor L298N	IN3
	Pin 12	Driver Motor L298N	IN4
	Pin 7	Driver Motor L298N	ENA (PWM M2)
	5V	Driver Motor L298N	5V (logic)
	GND	Driver Motor L298N	GND
Driver Motor L298N	OUT1	Motor DC Hoist 1	Kabel +
Driver Motor L298N	OUT2	Motor DC Hoist 1	Kabel -
	OUT3	Motor DC Hoist 2	Kabel +
	OUT4	Motor DC Hoist 2	Kabel -
	12V	Driver Motor L298N	12V

5. Perancangan *Fuzzy Logic*

Pada *fuzzy logic* yang akan digunakan, *input* berupa *roll error lifeboat* (nilai target-nilai kemiringaan saat ini) dan *output* berupa nilai penyesuaian *pwm* motor katrol 1 & 2 agar kecepatan motor dapat menyeimbangkan posisi *lifeboat* saat penurunan otomatis. Untuk mengontrol sistem penyeimbangan dan penurunan otomatis dibuatlah fungsi keanggotaan *input* seperti pada gambar 3.5 dan fungsi keanggotaan *output* pada gambar 3.6.



Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan *Input Fuzzy Roll Error*

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Keterangan *membership function roll error* :

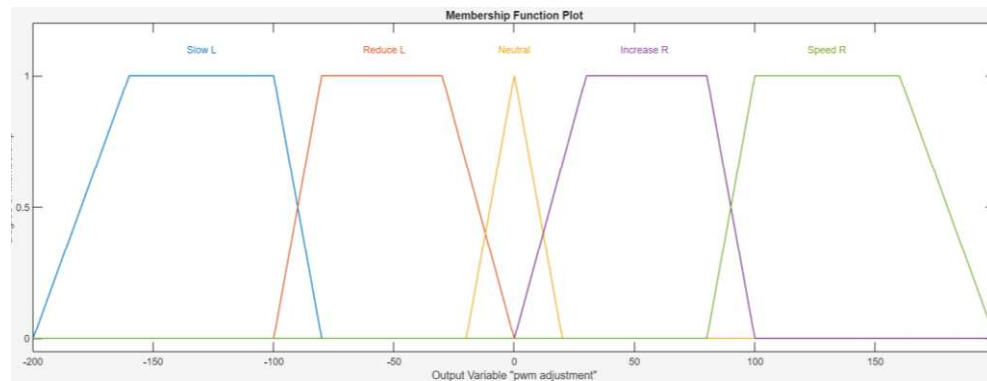
Negatif Besar (*Neg Big*) : [-15, -15, -8, -4]

Negatif Kecil (*Neg Small*) : [-5, -3, 1, 0]

Nol (*Z*) : [-0.5, 0, 0, 0.5]

Positif Kecil (*Pos Small*) : [0, 1, 3, 5]

Positif Besar (*Pos Big*) : [4, 8, 15, 15]



Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan *Output FuzzyPWM Adjustment*

Sumber : Dokumentasi Penelitian

Keterangan *membership function pwm adjustment* :

Slow Left (SL) : [-200, -160, -100, -80]

Reduce Left (RL) : [-100, -80, -50, 0]

Neutral (N) : [-20, 0, 0, 20]

Increase Right (IR) : [0, 30, 80, 100]

Speed Right (SR) : [80, 100, 160, 200]

Nilai *output* dari *defuzzifikasi* akan dimasukkan ke dalam rumus penghitungan kecepatan motor kiri dan kanan sehingga menghasilkan nilai *pwm* yang dapat menyesuaikan keseimbangan posisi sekoci.

- *BaseSpeed pwm* + *output*; // motor kiri ditambah *output*.
- *BaseSpeed pwm* - *output*; // motor kanan dikurangi *output*.
- *Range pwm output* [0, 200] // nilai *pwm* maksimal 200.

Berdasarkan *membership function input* dan *output* yang telah dibuat, maka didapatkan lima *rule fuzzy* yang akan digunakan, yaitu :

- a. *IF Roll Error* adalah Negatif Besar, *THEN Speed Adjustment* adalah *Slow Left*.

- b. *IF Roll Error* adalah Negatif Kecil, *THEN Speed Adjustment* adalah *Reduce Left*.
- c. *IF Roll Error* adalah Nol, *THEN Speed Adjustment* adalah *Neutral*.
- d. *IF Roll Error* adalah Positif Kecil, *THEN Speed Adjustment* adalah *Increase Right*.
- e. *IF Roll Error* adalah Positif Besar, *THEN Speed Adjustment* adalah *Speed Right*.

C. Rencana Pengujian

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pada semester VIII, penulis akan mengambil data penelitian tentang sistem otomasi kendali keseimbangan beban pada *lifeboat davit double arm* berbasis *fuzzy logic* di area kampus Politeknik Pelayaran Surabaya.

2. Pengujian Alat

a. Uji Statis

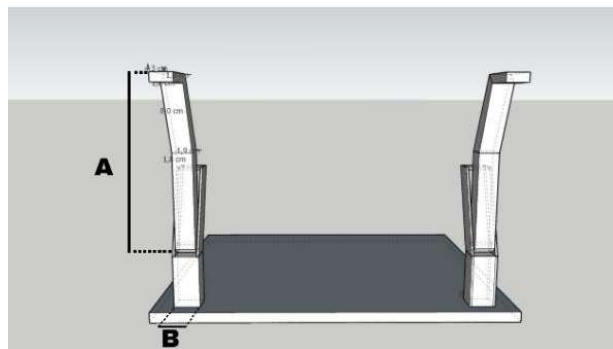
Pengujian ini dilakukan dengan menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi dari masing-masing komponen. Pengujian ini dilakukan apakah setiap bagian alat tersebut berfungsi secara optimal.

Tabel 3.3 Pengujian Komponen
Sumber : Dokumentasi Penelitian

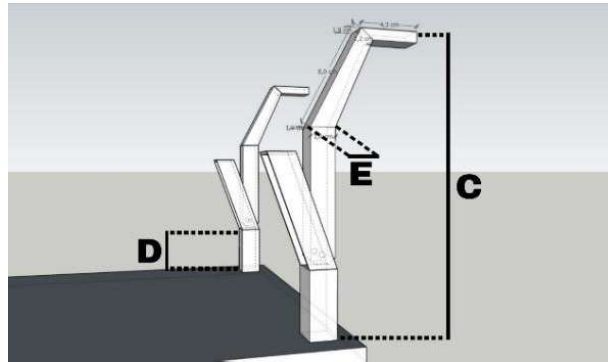
Komponen	Parameter yang Diuji	Metode Pengujian	Hasil Pengujian
Arduino Mega 2560	Respons mikrokontroler & komunikasi I/O	Mengoneksikan arduino mega dengan PC dan mengunggah program uji (Kedip LED)	
<i>Push Button</i>	Akurasi respon	Menguji apakah <i>push button</i> berfungsi dan memberikan sinyal digital kepada Arduino.	
<i>Gyroscope</i> (MPU6050)	Data kemiringan (<i>pitch/roll</i>)	Membaca nilai komunikasi I2C dan membandingkan perubahan nilai saat dimiringkan.	
<i>Load Cell</i> (HX711)	Akurasi pengukuran beban	Membandingkan pembacaan sensor dengan beban nyata.	
Driver Motor L298N dan Motor DC Katrol	Akurasi kendali motor	Menguji perubahan arah dan kecepatan motor saat mengubah <i>input</i> logika dan PWM.	
	Arah & kecepatan putaran	Mengamati langsung respon motor saat diberi sinyal dari driver L298N.	

b. Uji Dinamis

Pengujian ini akan menentukan kinerja alat yang dibuat berdasarkan rangkaian elektrik yang dipasangkan dengan komponen mekanis dengan rancangan berikut ini.



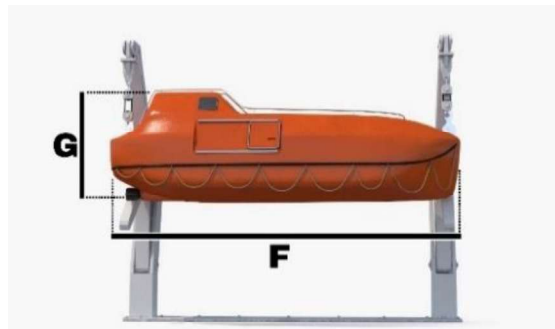
Gambar 3 7 Desain *Arm Davit* Tampak Depan
Sumber : Dokumentasi Penelitian



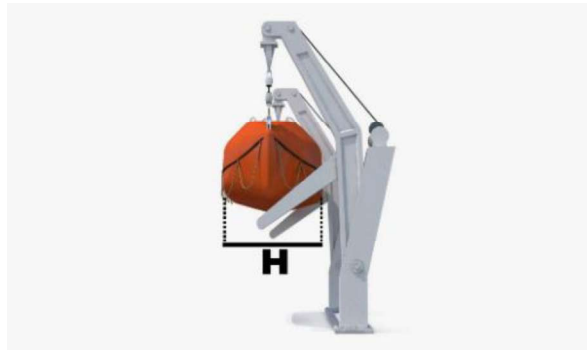
Gambar 3.8 Desain *Arm Davit* Tampak Samping
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Keterangan :

- A : Tinggi *moving arm davit* : 15 cm
- B : Lebar *arm davit* : 3 cm
- C : Tinggi total *arm davit* : 20 cm
- D : Tinggi *fixed arm davit* : 5 cm
- E : Panjang *arm davit* : 2 cm



Gambar 3.9 Desain *Lifeboat* Tampak Samping
Sumber : Dokumentasi Penelitian



Gambar 3.10 Desain *Lifeboat* Tampak Depan
Sumber : Dokumentasi Penelitian

Keterangan :

G : Tinggi *lifeboat* : 13 cm

F : Panjang *lifeboat* : 30 cm

H : Lebar *lifeboat* : 10 cm

Tabel 3.4 Pengujian Alat
Sumber : Dokumentasi Peneliti

Parameter yang Diuji	Metode Pengujian	Hasil Pengujian
Kontrol mulai penurunan otomatis <i>lifeboat</i>	Menguji apakah motor DC katrol memulai penurunan setelah <i>push button auto</i> ditekan pada mode penurunan.	
Penyeimbang posisi beban otomatis	Menguji apakah sistem dapat menyeimbangkan beban saat penurunan dengan posisi awal beban tidak seimbang	
Kontrol stop penurunan otomatis <i>lifeboat</i>	Menguji apakah motor DC katrol menghentikan penurunan setelah <i>load cell</i> mendeteksi tali katrol kendur	
Kontrol penaikan <i>lifeboat</i>	Menguji apakah motor DC katrol melakukan penaikan saat <i>push button 3</i> ditekan pada mode penaikan dan menguji apakah penaikan berhenti saat mencapai <i>limit switch</i> .	
Performa kontrol <i>fuzzy</i>	Menguji efektifitas kontrol <i>fuzzy logic</i> dalam mengatasi ketidakseimbangan posisi pada penurunan <i>lifeboat davit</i> , dengan membandingkan hasil pengujian penurunan manual tanpa kontrol <i>fuzzy logic</i>	