

LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTYPE

**RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN SEBAGAI ALAT
BANTU SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR**



MUHAMMAD BAGAS FAJAR YULIANTO
09 21 012 1 03

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTYPE

**RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN SEBAGAI ALAT
BANTU SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR**



MUHAMMAD BAGAS FAJAR YULIANTO
09 21 012 1 03

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

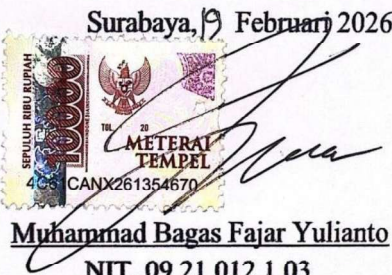
Nama : Muhammad Bagas Fajar Yulianto
Nomor Induk Taruna : 09.21.012.10.3
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa
Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Taruna yang saya tulis dengan judul :

RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN SEBAGAI ALAT BANTU SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR.

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

Surabaya, 19 Februari 2026



Muhammad Bagas Fajar Yulianto
NIT. 09 21 012 1 03

**PERSETUJUAN SEMINAR
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : Rancang Bangun Robot Lengan Sebagai Alat Bantu Sandar
Kapal Pada Pelabuhan Pintar

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Nama : Muhammad Bagas Fajar Yulianto

NIT : 09.21.012.1.03

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan*~~

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

Surabaya, 30 Juli 2025

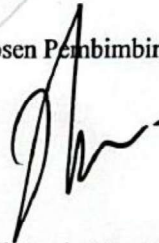
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Henna Nurdiansari, ST, MT., M.Sc.
NIP. 198512112009122003



Intan Sianturi, S.E., M.M. Tr.
NIP. 199402052019022003

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



Dithamsyah, S.E., M.Pd.
NIP. 197504302002121002

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun Robot Lengan Sebagai Alat Bantu Sandar
Kapal Pada Pelabuhan Pintar

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Nama : Muhammad Bagas Fajar Yulianto

NIT : 09.21.012.1.03

Jenis Tugas Akhir : Prototype / ~~Proyek~~ / ~~Karya Ilmiah Terapan~~*

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

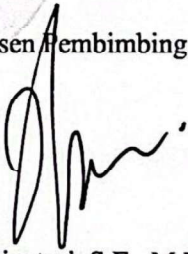
Surabaya, 15 Januari 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Henna Nurdiansari, ST, MT., M.Sc.
NIP. 198512112009122003


Intan Sianturi, S.E., M.M. Tr.
NIP. 199402052019022003

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal


Dirhamisyah, S.E., M.Pd.
NIP.197504302002121002

**PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
PROTOTYPE**

**RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN SEBAGAI UPAYA ALAT BANTU
SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR**

Disusun oleh:

MUHAMMAD BAGAS FAJAR YULIANTO
NIT. 09 21 012 1 03

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

Surabaya, 7 Oktober 2025

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



SRI MULYANTO HERLAMBAH ST. MT.
NIP. 197204181998031002



WULAN MARLIJA SANDI M. Pd.
NIP. 198903262023212017



HENNA NURDIANSARI ST. MT. M.Sc.
NIP. 198512112009122003

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



DIRHAMSYAH S.E., M.Pd.
NIP. 197504302002121002

**PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTYPE**

**RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN SEBAGAI UPAYA ALAT BANTU
SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR**

Disusun oleh:

MUHAMMAD BAGAS FAJAR YULIANTO
NIT. 09 21 012 1 03

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

Surabaya, 28 Januari 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



SRI MULYANTO HERLAMBAH ST, MT.
NIP. 197204181998031002



WULAN MARLIA SANDI, M. Pd.
NIP. 198903262023212017



HENNA MURDIANSARI, ST, MT., M.Sc.
NIP. 198512112009122003

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd.
NIP. 197504302002121002

ABSTRAK

YULIANTO, MUHAMMAD BAGAS FAJAR, Rancang Bangun Robot Lengan Sebagai Alat Bantu Sandar Kapal Pada Pelabuhan Pintar. Dibimbing oleh Ibu Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc dan Ibu Intan Sianturi, S.E., M.M.Tr.

Padatnya aktivitas sandar kapal niaga dikarenakan pesatnya perkembangan industri maritim dan efek cuaca yang kurang mendukung menjadi faktor dibutuhkan teknologi yang bisa membuat proses sandar lebih cepat saat proses penyandaran kapal dan lebih aman ketika kapal menghadapi cuaca buruk ketika di pelabuhan. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efektifitas proses sandar kapal dan dapat diterapkan sebagai alat keselamatan dengan menahan kapal tetap menempel di pelabuhan sandar dalam kondisi cuaca buruk. Peneliti memilih metode *Research and Development* dalam pembuatan tugas akhir, peneliti ingin merancang dan membangun alat bantu sandar pada pelabuhan pintar berupa robot lengan yang berfungsi untuk menangkap kapal yang akan bersandar. Teknologi ini menggunakan mikrokontroller ESP-32 sebagai pengendali utama. Sensor jarak VL53L0X sebagai keamanan proses sandar dan indikator posisi kapal model, dan dijalankan dengan JGY-370 *geared motor* sebagai penggerak kerangka Robot lengan, yang kinerjanya diatur oleh BTS 7960 *motor driver*. Pengujian penelitian ini dilakukan dengan pengujian statis dengan cara diuji per komponennya seperti sensor VL53L0X yang memiliki error terbesar 0,81%, pengujian kekuatan JGY-370 *geared motor* dan dikombinasikan dengan *driver motor* untuk mengetahui perpanjangan lengan pada setiap rel robot lengan diperoleh jarak aman jangkauan terpanjang 39 cm. Kemudian dilakukan pengujian dinamis dengan uji kerja *prototype* secara keseluruhan dengan menerapkan sistem *standby* sebagai proses penyandaran kapal dan *release* untuk membuka ruang kapal keluar dari pelabuhan.

Kata Kunci: Industri maritim, *Research and Development*, Pelabuhan sandar, Robot lengan, ESP-32, Sensor VL53L0X, Proses sandar, Kapal model, JGY-370 *geared motor*, BTS 7960 *motor driver*.

ABSTRACT

YULIANTO, MUHAMMAD BAGAS FAJAR, Design and Development of a Robotic Arm as an Assistance Tool for Berthing Ships at Smart Port Use Raspberry Pi. Supervised by Mrs. Henna Nurdiansari, S.T., M.T., M.Sc and Mrs. Intan Sianturi, S.E., M.M.Tr.

The density of commercial ship docking activities due to the rapid development of the maritime industry and unfavorable weather effects becomes a factor in the need for technology that can make the docking process faster during the ship's berthing process and safer when ships face bad weather while in the port. This system is designed to increase the effectiveness of the ship berthing process and can be applied as a safety tool by holding the ship attached to the berthing port in bad weather conditions. The researcher chooses the Research and Development method in the preparation of the final project; the researcher wants to design and build a berthing assistance tool at smart ports in the form of a robotic arm that functions to catch ships that are about to berth. This technology uses ESP-32 microcontroller as main controller. The VL53L0X distance sensor as a security for the berthing process and a ship model position indicator, and is run by a JGY-370 geared motor as the driving force of the Robot arm frame, and performance is regulated by the BTS 7960 motor driver. This research testing was conducted using static testing by testing each component, such as the VL53L0X sensor which has a maximum error of 0.81%, testing the strength of the JGY-370 geared motor combined with a motor driver to determine the extension of the arm on each rail of the robotic arm, resulting in a safe maximum reach distance of 39 cm. Then, dynamic testing was carried out by testing the overall performance of the prototype by applying a standby system as the docking process for ships and a release system to allow the ship to exit the port.

Keywords: *Maritime industries, Research and Development, Berthing port, Robot arm, ESP-32, VL53L0X Sensor, Berthing process, Model ship, JGY-370 geared motor, BTS 7960 motor driver.*

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji Syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa oleh karena limpahan Rahmat dan kesehaTan peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN SEBAGAI ALAT BANTU SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR”** dapat dilaksanakan dengan baik.

Penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti menyampaikan terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi dan penelitian ini dapat dilaksanakan, antara lain kepada :

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, Bapak Moejiono, M.T, M.Mar.E yang telah memberikan motivasi dan fasilitas kepada penulis dalam pengerjaan tugas akhir.
2. Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd yang senantiasa memantau dan memberi dukungan dalam pengerjaan tugas akhir
3. Ibu Henna Nurdiansari, ST, MT., M.Sc selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penelitian dan penyusunan tugas akhir sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Intan Sianturi, S.E., M.M.Tr selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penelitian dan penyusunan tugas akhir sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
5. Kedua orang tua Bapak Sutono dan Ibu Yuliatin yang telah memberikan dukungan berupa material, semangat, disertai doa dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh jajaran dosen dan *civitas* akademika Politeknik Pelayaran Surabaya atas pengalaman yang diberikan kepada peneliti.
7. Seluruh *crew* M.T Petrosamudra yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama praktek kerja nyata.
8. Seluruh sahabat penulis yang hadir dalam perjalanan hidup penulis.
9. Seluruh jajaran divisi aktivitas badan eksekutif taruna Politeknik Pelayaran Surabaya tahun 2025/2026. Terima kasih telah bekerja sama dengan baik dan segala upaya kalian dalam melancarkan segala kegiatan dan acara penting di Politeknik Pelayaran Surabaya. Semoga diberikan kesuksesan dan menjadi pribadi yang bermanfaat di masa depan.
10. Indah Tiara S.Tr.Tra yang telah menemani penulis sejak masa pendidikan di Politeknik Pelayaran Surabaya. Terima kasih telah menemani penulis dalam menyelesaikan pendidikan. Terima kasih telah menemani penulis dalam keadaan suka maupun duka. Semoga diberikan kesuksesan dan dapat mengangkat derajat orang tuamu.

Peneliti menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, sehingga peneliti memohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Peneliti berharap adanya kritik dan saran agar menjadi lebih baik untuk kedepannya. Demikian penelitian ini semoga bermanfaat bagi semua pihak dan dapat meningkatkan efisiensi dalam industri pelayaran dapat memberikan layanan yang terbaik di masa depan.

Surabaya, 19 Februari 2026



MUHAMMAD BAGAS FAJAR YULIANTO
NIT. 09 21 012 1 03

DAFTAR ISI

HALAMAN 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	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
1. Manfaat teoritis	4
2. Manfaat praktis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Review Penelitian Sebelumnya	6

B. Landasan Teori.....	8
1. Penelitian dan Pengembangan.....	8
2. <i>Prototype</i> Pelabuhan Pintar	9
3. Robot Lengan	10
4. Rel Robot Lengan.....	11
5. ESP-32.....	12
6. JGY-370 <i>Geared Motor</i>	13
7. <i>Motor Driver</i> BTS 7960	14
8. VL53L0X <i>Time-of-Flight (ToF) laser distance sensor</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
A. Perancangan Sistem.....	16
1. Blok Diagram Capstone	17
2. Blok Diagram Peneliti	18
B. Model Perancangan Alat dan Desain.....	19
1. Identifikasi Kebutuhan	20
2. <i>Flowchart</i>	20
3. <i>Wiring diagram</i>	22
4. Desain Mekanik.....	24
C. Rencana Pengujian	25
1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
2. Pengujian Alat.....	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	29
A. Pengujian statis.....	29
1. Pengujian ESP32	29

2. Pengujian DC <i>Geared Motor</i> Dan Driver BTS 7960	30
3. Pengujian Sensor Jarak VL53L0X	34
B. Pengujian Dinamis	36
1. Pengujian Kondisi <i>Standby</i>	36
2. Pengujian Kondisi <i>Release</i>	38
BAB V PENUTUP.....	40
A. Kesimpulan.....	40
B. Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review penelitian sebelumnya.....	6
Tabel 3.1 Pengujian statis	25
Tabel 3.2 Pengujian dinamis	26
Tabel 4.1 Hasil pengujian Motor DC	31
Tabel 4.2 Pengujian jarak aman terpanjang	33
Tabel 4.3 Pengujian jarak aman terpendek	34
Tabel 4.4 Hasil pengujian sensor jarak VL53L0X.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Robot Lengan	10
Gambar 2.2 Rel Robot Lengan	11
Gambar 2.3 Mikrokontroller ESP-32	12
Gambar 2.4 Sensor jarak VL53L0X	15
Gambar 3.1 Blok Diagram Keseluruhan	17
Gambar 3.2 Blok Diagram Peneliti	18
Gambar 3.3 Flowchart	21
Gambar 3.4 Wiring diagram	22
Gambar 3.5 Desain mekanik	24
Gambar 4.1 Pengujian ESP-32 gagal	29
Gambar 4.2 Pengujian ESP-32 berhasil	30
Gambar 4.3 Jangkauan pergerakan rel	32
Gambar 4.4 Pengujian sensor jarak VL530X	35
Gambar 4.5 Inisiasi push button pada robot lengan	36
Gambar 4.6 Pergerakan robot lengan bagian kanan	37
Gambar 4.7 Pergerakan robot lengan mendekatkan objek ke robot	38
Gambar 4.8 Pergerakan robot lengan kondisi release	39
Gambar 4.9 Pergerakan robot lengan memberi ruang objek	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Source code</i> alamat pin.....	44
Lampiran 2 <i>Source code push button</i>	45
Lampiran 3 <i>Source sensor jarak VL53L0X</i>	45
Lampiran 4 <i>Source code pergerakan DC motor</i>	46

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri maritim merupakan tulang punggung penting dalam perdagangan global, dengan kapal-kapal yang beroperasi terus menerus di berbagai kondisi cuaca dan wilayah perairan termasuk dengan kebutuhan minyak dan gas seluruh wilayah di belahan bumi ini semakin pesat. Keterbatasan sarana dan prasarana serta keadaan geografis alam yang tidak mendukung di Pelabuhan memungkinkan akan menurunkan kinerja Pelabuhan sehingga pelayanan yang diberikan tidak maksimal. Kondisi seperti ini akan menimbulkan masalah yaitu semakin tingginya waktu menunggu kapal sandar di pelabuhan terutama pada saat kondisi sibuk.

Kapal tanker pada umumnya menggunakan *tug boat* sebagai tumpuan utama ketika sandar di pelabuhan bongkar dan muat sehingga memakan waktu yang lama dalam proses penyandaran, dan mereka juga hanya mengandalkan tali tambat sebagai penahan kapal ketika telah bersandar dan melakukan aktivitas bongkar muat *cargo*, hal ini sangat riskan jika terjadi cuaca buruk tali bisa kapan saja putus dan hal itu sangat berbahaya apalagi *hose arm* Pelabuhan dan *manifold* yang telah ditentukan sudah terpasang.

Dalam mengatasi hal tersebut, penerapan robot lengan sebagai alat bantu sandar kapal merupakan untuk meningkatkan efektifitas selama proses sandar kapal di pelabuhan. penerapan robot lengan sebagai alat bantu sandar merupakan sebuah solusi untuk meningkatkan keselamatan dalam proses

sandar. Dalam penerapan sistem robot lengan dapat dikendalikan secara jarak jauh dan sehingga kita bisa memantau selama proses sandar tersebut.

Pemilihan sistem kontrol harus memiliki kemampuan untuk menunjang pekerjaan manusia serta didunia industri menuntut adanya perkembangan dalam hal ketepatan, kecepatan serta teknologi yang terbaru. ESP-32 merupakan mikrokontroler berkekuatan tinggi yang mengintegrasikan unit pemrosesan *dual-core* 32-bit LX6 dengan kecepatan *clock* hingga 240 MHz. Fitur unggulan dari modul ini adalah konektivitas nirkabel ganda, yaitu *Wi-Fi* 802.11 dan *bluetooth* v4.2, yang memungkinkan perangkat berfungsi dalam ekosistem IoT secara fleksibel. Selain itu, ESP32 dilengkapi dengan manajemen daya yang efisien melalui fitur *deep sleep* serta dukungan antarmuka periferil yang kaya, termasuk GPIO, ADC 12-bit, DAC, SPI, I2C, dan sensor sentuh kapasitif internal(Pawelloi et al., 2024)

Sistem penggerak atau aktuator memegang peranan penting dalam mekanisme kerja robot lengan(Sutisna et al., 2022). Salah satu jenis motor yang banyak digunakan dalam aplikasi ini adalah JGY-370 *Geared Motor*, yakni motor DC yang dilengkapi dengan *gearbox*. Motor ini mampu menghasilkan torsi tinggi pada kecepatan rendah, menjadikannya sangat ideal untuk digunakan pada pergerakan sumbu atau sendi robot lengan, serta sistem penggerak pada rel linear penentu posisi. Dengan torsi yang cukup besar, motor ini memungkinkan pergerakan robot lengan yang stabil, halus, dan mampu mengangkat beban secara efisien.

Sistem robot lengan membutuhkan integrasi antara sensor dan aktuator yang andal. Salah satu komponen penting dalam sistem ini adalah sensor

pengukur jarak, yang berfungsi untuk mendeteksi posisi objek di sekitarnya. Sensor VL53L0X, yang menggunakan teknologi *Time-of-Flight (ToF)* berbasis laser inframerah, menjadi salah satu solusi yang efisien. Sensor ini mampu mengukur jarak hingga 2 meter dengan akurasi tinggi, serta memiliki ukuran kompak dan konsumsi daya rendah, sehingga sangat cocok digunakan pada sistem *Prototype* yang membutuhkan pengukuran cepat dan presisi dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi (Riyanto & Wasid, 2023).

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti tertarik untuk membuat tugas akhir dengan judul **RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN SEBAGAI ALAT BANTU SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR.**

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang *prototype* robot lengan guna mendukung proses sandar kapal?
2. Bagaimana menerapkan rancang bangun robot lengan guna proses sandar yang efektif dan menunjang keselamatan kapal ketika di pelabuhan pintar?

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini yang berdasarkan dari hasil yang ditemukan dan agar pembahasan tidak meluas maka peneliti mengangkat batasan sebagai berikut :

1. Penggerak mekanik yang digunakan dalam sistem adalah motor DC JGY-

370 yang dilengkapi dengan *gearbox* untuk menghasilkan torsi yang lebih besar namun membutuhkan *driver* untuk mengonversi perintah dari ESP 32.

2. Pengujian dilakukan pada tempat buatan yang dirancang khusus untuk dapat menampung dan menyesuaikan kondisi lingkungan bagi model kapal kecil, *prototype* robot lengan dibuat dengan pergerakan sederhana dan tidak melibatkan gangguan yang ada pada kondisi pelabuhan sebenarnya.
3. Menyesuaikan ukuran *prototype* robot lengan dengan kapal model.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah yang telah dijelaskan di atas, tujuan penelitian Tugas Akhir ini yaitu :

1. Merancang dan membangun sistem robot lengan pada *prototype* pelabuhan pintar.
2. Menerapkan *prototype* robot lengan dengan efektif guna mendukung proses sandar kapal dan keselamatan kapal di pelabuhan pintar.

E. Manfaat Penelitian

Peneliti memiliki harapan kepada para pembaca karya ilmiah terapan ini yang dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat teoritis

Secara teoritis, sistem robot lengan dapat diimplementasikan dan memperluas wawasan peneliti mengenai perancangan pelabuhan pintar

dan menerapkannya di pelabuhan niaga. Selain itu, sensor VL53L0X dan mikrokomputer ESP 32 serta aplikasi *IoT* untuk mengendalikan dan memantau sistem robot lengan pada *prototype* pelabuhan pintar. Penelitian ini dapat diterapkan di berbagai pelabuhan niaga.

2. Manfaat praktis

Secara praktis, dapat mengembangkan alat untuk menangkap kapal yang melakukan proses sandar dan membantu menahan kapal di pelabuhan sandar dengan optimal. Serta memberikan solusi inovatif kepada industri pelayaran dan sektor lain yang menggunakan alat ini. *Prototype* robot lengan dapat menunjang efektifitas proses sandar agar waktu yang diperlukan dalam proses sandar lebih cepat dan meningkatkan keselamatan ketika proses sandar dilakukan pada saat cuaca yang kurang mendukung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Review Penelitian Sebelumnya*

Tinjauan pustaka sebelumnya merupakan uraian temuan dari teori, dan sumber penelitian lain yang bersumber dari referensi teori merupakan kegiatan penelitian dalam menetapkan kerangka yang jelas untuk merumuskan masalah yang akan diteliti. Dalam sumber lain disebutkan bahwa penelitian kepustakaan adalah suatu analisis berupa kritik konstruktif atau destruktif terhadap penelitian yang dilakukan terhadap suatu topik atau masalah tertentu yang berkaitan dengan suatu bagian ilmu pengetahuan. Tinjauan pustaka adalah presentasi ilmiah tentang suatu masalah tertentu. Tinjauan literatur mencakup ulasan, ringkasan, dan pemikiran tentang berbagai sumber perpustakaan (artikel, buku, informasi dari Internet, dll) tentang topik yang dibahas. Tinjauan pustaka atau tinjauan penelitian seperti dijelaskan pada Tabel 2.1 di bawah ini merupakan rujukan yang digunakan sebagai informasi, bahan referensi, bahan penelitian, atau sebagai pembelajaran dalam penelitian ini.

Tabel 2.1 *Review penelitian sebelumnya*
Sumber : Dokumentasi pribadi

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
1.	Supriono.Joko, Wahjudi.Dodi, Watiningsih.Tri (2022), Universitas Wijayakusuma Purwokerto	<i>Prototype</i> Robot Manipulator 4 DOF berbasis Raspberry Pi Zero W	Pada penelitian ini merancang alat manipulator menggunakan Raspberry Pi, prototype dapat berfungsi optimal.	Perbedaan penelitian yang peneliti tulis dengan peneitian terdahulu yaitu penerapan di bidang yang berbeda, ukuran yang dibuat, serta kombinasi komponen- komponen yang diterapkan.

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
2.	Pawelloi. Irwayani, Basri. Muhammad, Irwandi (2024), Universitas Muhammadiyah Parepare	Perancangan Sistem Kendali untuk Pergerakan Lengan Robot 4-DOF	Pada penelitian ini memiliki konsep yang mengembangkan kendali gerakan robot lengan dengan menggunakan tombol.	Perbedaan penelitian yang peneliti tulis dengan penelitian terdahulu yaitu dari tujuan penelitian serta penggunaan aktuator yaitu servo, sementara peneliti menggunakan geared motor.
3.	Sulistyo. Eko (2022), Universitas Islam Sultan Agung Semarang.	Kendali Lengan Robot Berbasis Android Untuk Otomasi Lifting Barang	Pada penelitian ini merancang robot lengan pengangkat objek sesuai ukuran dengan menggunakan arduino uno sebagai pengendali utama yaitu servo.	Perbedaan penelitian dengan penelitian terdahulu yaitu Perbedaan penelitian penulis dengan karya penelitian ini dari alat kendali yang digunakan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengembangan robot manipulator 4-DOF dengan pendekatan dan implementasi yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Supriyono (2022) dalam perancangan *prototype* robot manipulator berbasis Raspberry Pi Zero W. *Prototype* tersebut mampu beroperasi secara optimal dalam memindahkan beban ringan, dengan pemilihan Raspberry Pi yang dinilai efektif karena fitur-fiturnya yang mendukung. Perbedaan dengan penelitian penulis terletak pada bidang penerapan, ukuran *prototype*, serta sistem kontrol yang digunakan, dimana penulis menerapkan sistem untuk menarik dan menahan kapal di pelabuhan. Sementara itu Pawelloi (2024) mengembangkan sistem kendali pergerakan lengan robot 4-DOF menggunakan tombol dan mikrokontroler ESP-32. Berbeda dengan penelitian ini, penelitian penulis menggunakan ESP-32 yang terintegrasi dengan *microcomputer* Raspberry Pi 4, serta memiliki tujuan dan penerapan sistem yang berbeda. Adapun penelitian Eko Sulistyono (2021)

merancang robot lengan otomatis untuk lifting barang menggunakan Arduino Uno, sensor *infrared* FC-51, dan *servo motor*. Perbedaannya terletak pada jenis pengendali utama, akurasi sistem, serta fokus implementasi, dimana penelitian penulis menitikberatkan pada pengaplikasian robot lengan untuk kebutuhan maritim seperti menarik dan menahan kapal saat sandar. Maka dari ketiga jurnal terdahulu penulis menggunakan Raspberry Pi sebagai pengendali sistem pelabuhan pintar secara keseluruhan dan ESP-32 sebagai pengendali yang berfokus pada robot lengan.

B. Landasan Teori

Landasan teori digunakan untuk sumber teori yang dijadikan dasar penelitian. Seperangkat definisi, konsep, dan pernyataan yang telah disusun dengan rapi dan sistematis tentang variabel dalam sebuah penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka konseptual atau dasar untuk memahami latar belakang dari timbulnya permasalahan secara sistematis.

1. Penelitian dan Pengembangan

Menurut Okpatrioka (2023) *Research and Development* (R&D) merupakan proses untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Penelitian pengembangan merupakan salah satu jenis penelitian yang dapat menjadi penghubung atau pemutus kesenjangan antara penelitian dasar dengan penelitian terapan. Dari pernyataan tersebut maka metode *Research and Development* (R&D) dipilih untuk membuat inovasi di pelabuhan dengan menerapkan robot lengan sebagai alat bantu sandar kapal dan penunjang

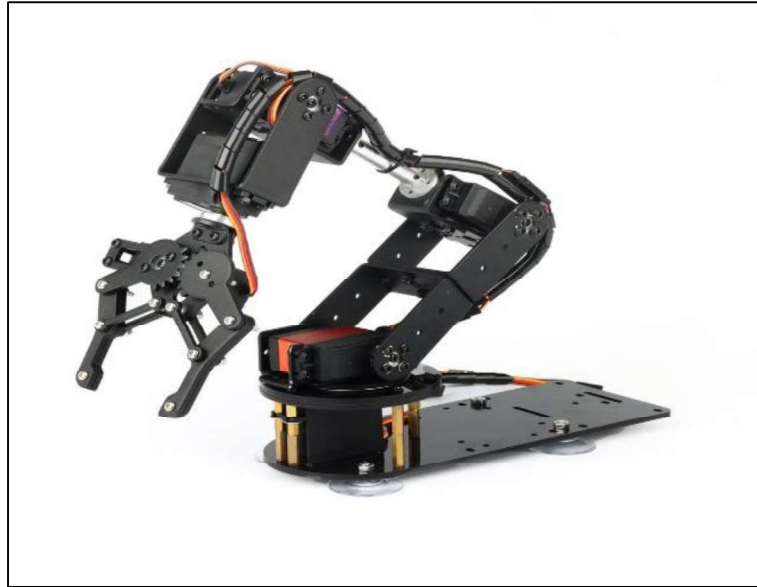
keselamatan kapal pada saat bersandar di pelabuhan.

2. *Prototype* Pelabuhan Pintar

Pelabuhan merupakan infrastruktur kompleks yang operasionalnya sangat bergantung pada kondisi hidro-oseanografi, dimana angin dan arus laut menjadi variabel penentu utama dalam keberhasilan olah gerak kapal. Angin memberikan tekanan pada area atas kapal yang memicu pergeseran lateral, sementara arus laut memberikan gaya dorong pada bagian lambung bawah yang memengaruhi stabilitas serta kecepatan relatif kapal terhadap dermaga (Anwar Saputro et al., 2023). Pelabuhan memiliki banyak faktor yang mempengaruhi proses sandar kapal seperti kecepatan angin, kondisi cuaca, dan arus laut di bawah perairan laut.

Prototype pelabuhan pintar dibuat dengan ukuran yang jauh berbeda dengan kondisi pelabuhan secara nyata dengan faktor-faktor yang ada. *Prototype* pelabuhan pintar dirancang untuk menunjukkan pergerakan robot lengan dalam mendekatkan objek ke rangka robot tanpa memperhitungkan kondisi dan faktor-faktor yang mempengaruhi proses sandar kapal di pelabuhan konvensional.

3. Robot Lengan



Gambar 2.1 Robot Lengan

Sumber : <https://yfrobot.com>

Robot lengan diciptakan untuk berbagai keperluan dalam meningkatkan produksi sebagai pemindah barang dengan bentuk lengan-lengan kaku yang terhubung secara seri dan memiliki sendi yang dapat bergerak berputar (rotasi) atau memanjang/memendek (translasi atau prismatic), dengan kecepatan dan ketepatan yang akurat, dan pengendaliannya pun bisa berupa otomatis atau secara manual (Rizka & Anandya, 2017). Pada gambar 2.1 merupakan contoh robot lengan dimana penelitian ini akan menerapkan gerakan robot lengan, untuk menangkap, menarik, mendorong, dan menahan kapal sesuai kebutuhan. Dengan ini diharapkan alat yang telah dibuat dapat meningkatkan efektifitas kegiatan proses sandar kapal di pelabuhan.

4. Rel Robot Lengan

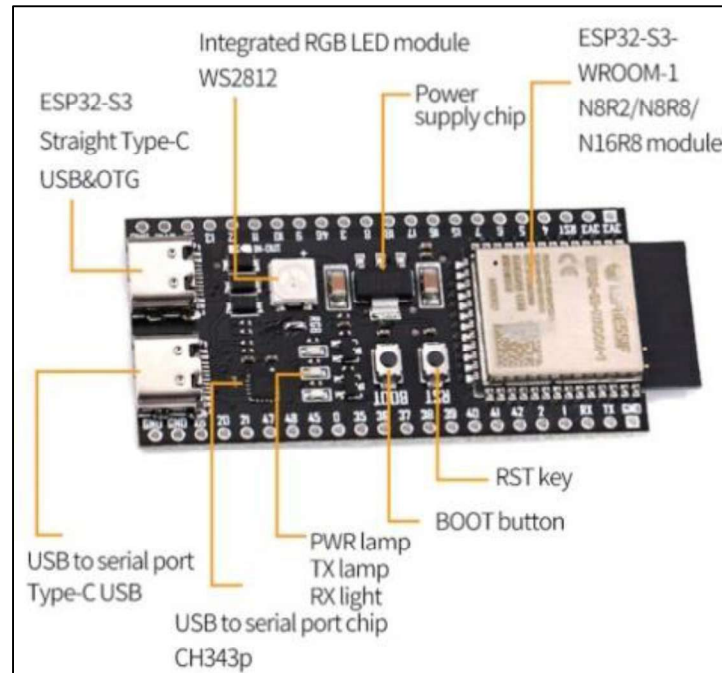


Gambar 2.2 Rel Robot Lengan

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

Pada gambar 2.2 ditunjukkan Rel yang akan digunakan pada *prototype* robot lengan. RTU (*Robot Transport Unit*) adalah jalur linier dengan platform. Robot dipasang di *platform* dan bergerak sepanjang jalur. RTU dapat dipasang di lantai, dinding, atau di atas tergantung pada kebutuhan sel kerja. Ada banyak metode yang digunakan untuk menggerakkan gerakan linier (Prianto et al., 2022). Rel robot lengan merupakan bagian dari *prototype* yang berfungsi menggerakkan *prototype* robot lengan ke samping kanan dan kiri. Robot lengan memerlukan rel sebagai alat untuk menempatkan kapal model sebagai objek penyandaran di tempat yang diinginkan.

5. ESP-32



Gambar 2.3 Mikrokontroler ESP-32

Sumber : <https://id.images.search.yahoo.com/images/view>

Pada gambar 2.3 merupakan ESP-32 yang digunakan oleh peneliti sebagai pengendali utama yang berfokus pada robot lengan. Mikrokontroler ini nantinya menerima input dari sensor jarak dan mengolah datanya untuk pergerakan *geared motor* pada setiap rel robot lengan.

ESP32 adalah salah satu mikrokontroler yang dapat mengendalikan berbagai modul, sensor, dan berbagai *hardware* yang mendukung seperti *relay*. Mikrokontroler ESP32 juga bisa terkoneksi dengan Wi-Fi (*wireless fidelity*) dan *Bluetooth dual-model* dalam satu *board* (Pawelloi et al., 2024).

6. JGY-370 Geared Motor



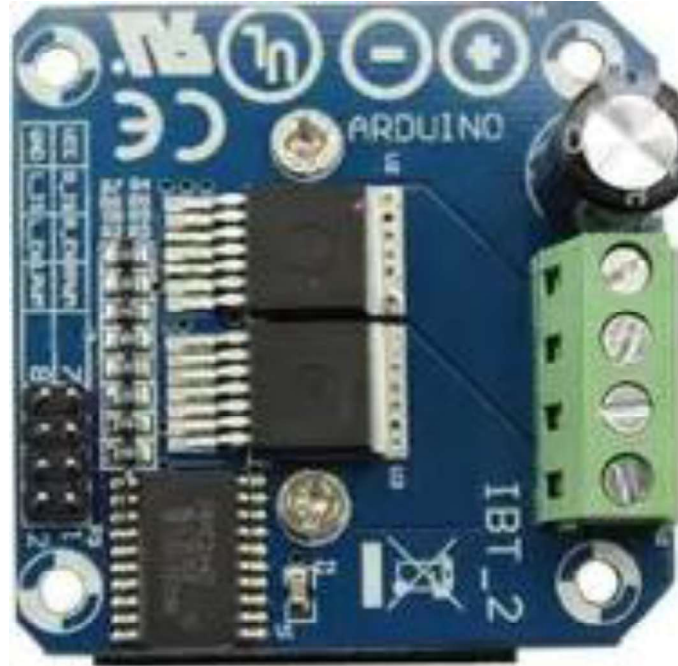
Gambar 2.4 JGY-370 Geared Motor

Sumber : <https://abra-electronics.com>

JGY-370 Geared motor yang ditunjukkan pada gambar 2.4 merupakan penggerak atau sendi yang akan digunakan pada rel robot dan robot lengan pada *prototype* pelabuhan pintar. JGY-370 Geared Motor adalah jenis motor DC (arus searah) yang dilengkapi dengan *gearbox* untuk memberikan torsi yang lebih besar pada kecepatan rendah. Motor ini biasanya digunakan dalam aplikasi yang memerlukan perputaran yang lebih lambat dengan daya dorong yang lebih tinggi, seperti pada robotika, kendaraan miniatur, atau proyek DIY (Kraus & Tyler J, 2023). *Gearbox* pada JGY-370 mengurangi kecepatan motor sehingga menghasilkan lebih banyak torsi, yang memungkinkan motor ini untuk menggerakkan beban yang lebih berat meskipun beroperasi pada kecepatan yang lebih rendah. *Geared motor* ini tersedia dalam berbagai variasi, seperti tegangan dan

torsi, yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

7. *Motor Driver* BTS 7960



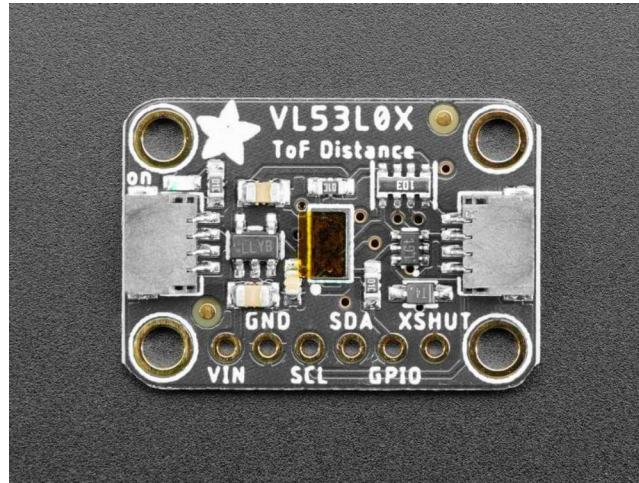
Gambar 2.5 BTS 7960 *motor driver*

Sumber : <https://robo.pk>

Gambar 2.5 menunjukkan contoh *motor driver* BTS 7960 yang akan digunakan pada sistem robot lengan. BTS 7960 diatur dengan menyalurkan aliran listrik seperti sakelar yang masuk pada kumparan geared motor.

BTS 7960 adalah modul motor driver yang digunakan untuk mengendalikan motor DC dan motor stepper. Modul ini dirancang dengan menggunakan IC H-Bridge *motor driver*, memungkinkan pengendalian motor dalam arah maju dan mundur (Peerzada et al., 2021).

8. VL53L0X *Time-of-Flight* (ToF) laser distance sensor



Gambar 2.4 Sensor jarak VL53L0X

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

VL53L0X adalah sensor jarak berbasis teknologi *Time-of-Flight* (ToF) yang menggunakan laser untuk mengukur jarak dengan akurasi tinggi. Sensor ini dapat mengukur jarak objek hingga 2 meter dengan presisi yang baik, mengandalkan pengukuran waktu yang dibutuhkan oleh pulsa cahaya inframerah yang terpantul kembali setelah mengenai objek. Dapat berkomunikasi melalui protokol I2C. Selain itu, VL53L0X memiliki konsumsi daya rendah dan ukuran yang kompak, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi robotika, perangkat pengukuran jarak, dan sistem sensor penghindaran hambatan (Riyanto & Wasid, 2023). Teknologi laser yang digunakan memungkinkan sensor ini untuk memberikan hasil yang lebih presisi dan cepat dibandingkan dengan sensor berbasis ultrasonik, serta lebih tahan terhadap gangguan cahaya sekitar.

BAB III

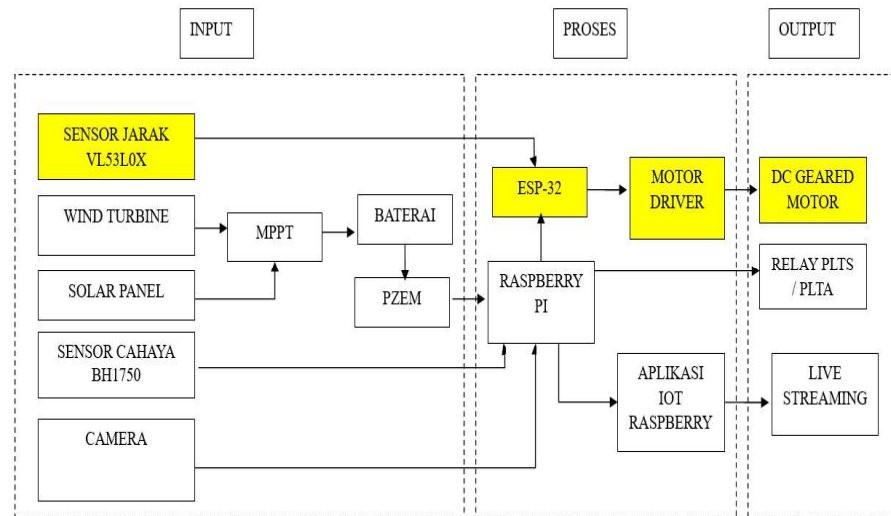
METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem menurut Azis (2020), perancangan merupakan proses untuk mendefinisikan suatu hal yang ingin dilakukan dengan cara yang bervariasi serta melibatkan rancangan, dan detail komponen, serta kendala yang mungkin dialami dalam prosesnya. Perancangan sistem merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mendefinisikan suatu hal atau merancang sesuatu dengan proses yang saling terkait untuk mencapai tujuan yang sama.

Pada penulisan karya ilmiah terapan ini peneliti menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D). *Research and Development* (R&D) adalah metode atau langkah untuk menciptakan produk baru atau mengembangkan dan menyempurnakan produk yang sudah ada dan digunakan untuk menguji keefektifan produk tersebut. Peneliti merancang *prototype* pelabuhan pintar dimana menerapkan robot lengan di pelabuhan sandar dengan memanfaatkan sensor jarak sebagai pengukur jarak kapal model terhadap *prototype* pelabuhan pintar untuk menggerakkan lengan pada pelabuhan pintar agar kapal model dapat bersandar dan ditahan di pelabuhan.

1. Blok Diagram Capstone



Gambar 3.1 Blok Diagram Keseluruhan

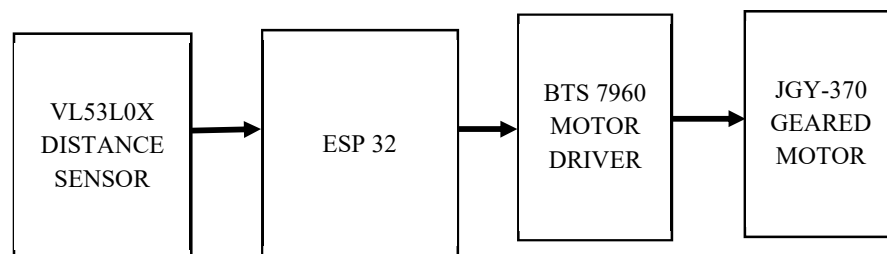
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Blok diagram diatas menggambarkan sistem *prototype* pelabuhan pintar menggunakan Raspberry Pi sebagai alat bantu sandar kapal yang dilengkapi dengan *Wind turbine* sumber energi terbarukan dan penerapan *live streaming* sebagai pemantauan proses sandar kapal di pelabuhan. Wind turbine digunakan sebagai sumber energi yang menghasilkan listrik DC dan disimpan pada *Battery Charging Controller* untuk mengatur dan melanjutkan arus yang dihasilkan dan disimpan di baterai penyimpanan. Pzem digunakan untuk memantau tegangan, arus, daya yang melewati baterai dan dikonsumsi oleh kebutuhan daya *prototype* Pelabuhan pintar, hasil dari pemantauan tersebut akan ditampilkan pada *live streaming*. Raspberry Pi memproses data pemantauan dari Pzem dan menginisiasi kamera sebagai monitoring pelabuhan pintar.

Penelitian yang dilakukan oleh penulis terfokus pada kerja robot lengan sebagai sistem penyandaran kapal ke pelabuhan yang ditandai

dengan bagian kuning pada blok diagram pada gambar 3.1. Dijelaskan bahwa tugas ESP-32 memproses data yang di dibaca oleh sensor jarak VL53L0X yang kemudian memberikan perintah pada BTS 7960 *motor driver* untuk mengatur pergerakan JGY-370 *geared motor* sebagai sendi dan penggerak dari Robot lengan untuk menarik dan menahan agar kapal dapat disandarkan di pelabuhan. JGY-370 *geared motor* bergerak sebagai sendi agar lengan Robot pada pelabuhan pintar bisa menangkap kapal, menarik ke pelabuhan sandar menyesuaikan pembacaan sensor jarak VL53L0X agar dapat disandarkan dengan rapi dan tepat di pelabuhan, setelah kapal berhasil sandar di pelabuhan pintar lengan robot menahan posisi kapal agar tidak terpengaruh oleh kekuatan angin dan gelombang laut yang berpotensi mengganggu keselamatan kapal

2. Blok Diagram Peneliti



Gambar 3.2 Blok Diagram Peneliti

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Peneliti berfokus pada robot lengan yang dipasang pada pelabuhan yang digunakan untuk menangkap kapal yang akan bersandar seperti yang digambarkan Blok diagram peneliti pada gambar 3.2. Sensor jarak VL53L0X membaca jarak antara pelabuhan sandar dengan sisi depan kapal, belakang kapal, dan tengah kapal. ESP-32 memproses hasil pembacaan untuk memberikan perintah ke BTS 7960 *motor driver* untuk

mengatur kecepatan JGY-370 *geared motor* untuk menyesuaikan posisi lengan.

Keterangan:

- a. Mikrokomputer ESP-32 adalah *device* yang digunakan untuk pusat pemrosesan data dan pemberi perintah terhadap *geared motor* yang berperan sebagai *output*.
- b. Sensor jarak VL53L0X digunakan untuk membaca jarak antara pelabuhan dengan kapal serta jarak lengan penangkap dengan kapal.
- c. BTS 7960 *motor driver* berfungsi sebagai pengatur kondisi dan kecepatan dari DC *geared motor*.
- d. JGY-370 *geared motor* digunakan sebagai rel penggeser robot lengan dan sendi penggerak lengan robot agar *prototype* ini dapat menangkap kapal, menarik, dan menahan kapal saat setelah bersandar di pelabuhan.

Blok diagram adalah bagian yang penting dalam perancangan suatu sistem karena blok diagram menggambarkan garis besar proses suatu sistem dapat bekerja. Dalam hal ini peneliti merancang blok diagram agar cara kerja sistem rancang bangun *prototype* pelabuhan pintar dapat dipahami.

B. Model Perancangan Alat dan Desain

Dalam penelitian proses perancangan alat, *software*, dan desain dilakukan langkah-langkah, yaitu:

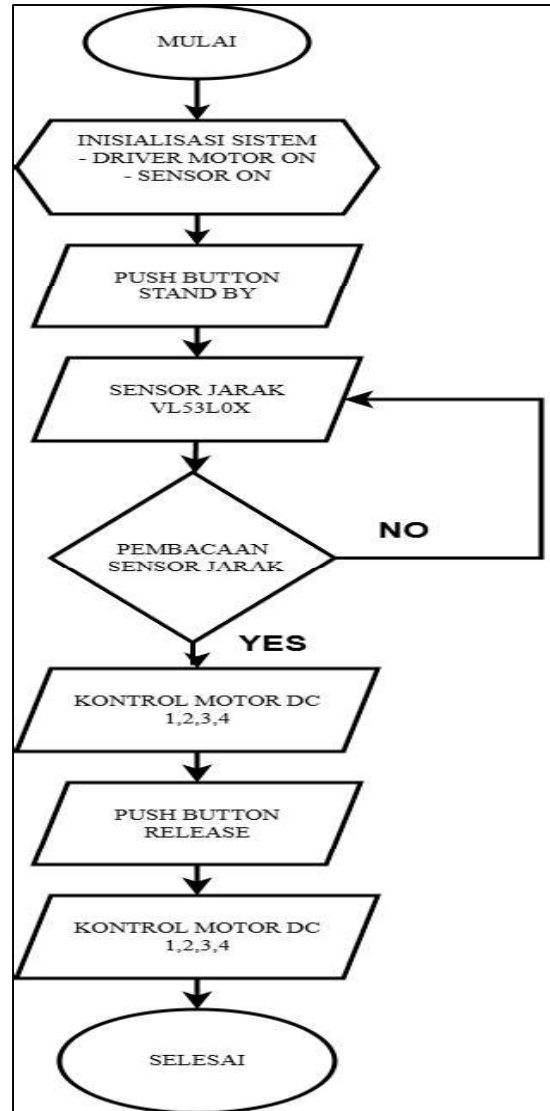
1. Identifikasi Kebutuhan

Kebutuhan perancangan sistem perlu diidentifikasi agar dapat terciptanya sistem yang diinginkan.

- a. ESP-32 merupakan pengolah data yang berfokus pada sensor jarak dan kinerja motor
- b. Sensor jarak VL53L0X untuk membaca jarak antara pelabuhan dengan kapal.
- c. BTS 7960 *motor driver* berfungsi sebagai pengatur kondisi dan kecepatan dari DC *geared motor*.
- d. JGY-370 *geared motor* digunakan sebagai sendi penggerak lengan robot.
- e. Besi untuk rangka robot lengan.
- f. *Ball bearing* sebagai poros pergerakan *shaft* motor pada setiap robot lengan.
- g. Kapal model sebagai objek yang ditangkap oleh robot lengan sebagai alat bantu sandar.

2. Flowchart

Flowchart merupakan bagian alur yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. *Flowchart* berperan penting dalam memutuskan sebuah langkah dari sebuah proyek pembuatan program yang dilibatkan.



Gambar 3.3 *Flowchart*

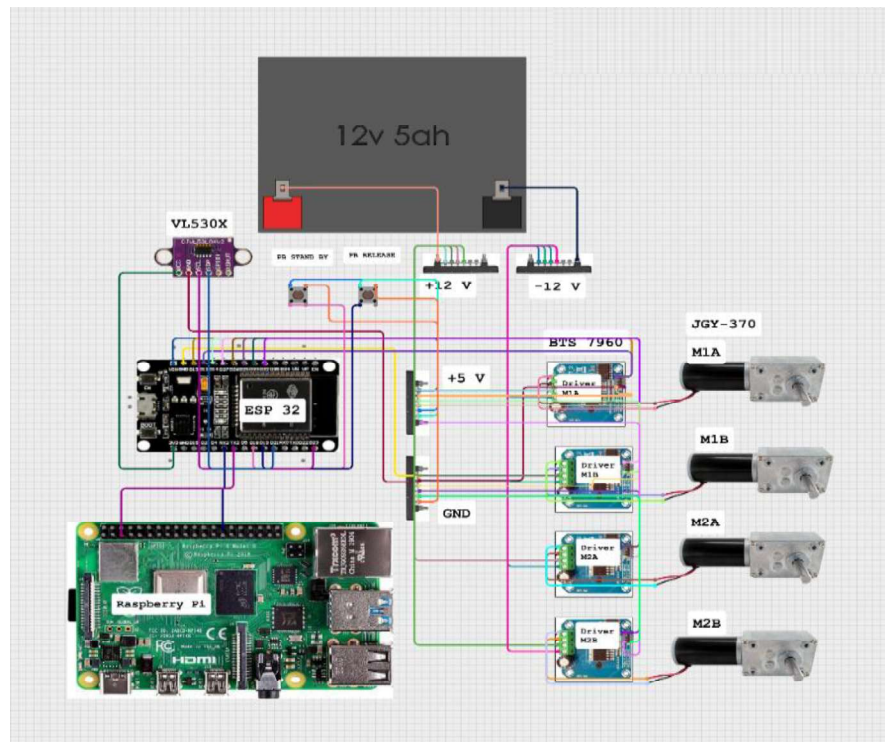
Sumber : Dokumentasi pribadi

Pada gambar 3.3 merupakan *flowchart* yang menggambarkan alur kerja sistem rancang bangun *robot lengan* sebagai alat bantu sandar kapal di pelabuhan pintar. Proses dimulai dengan inisialisasi sistem, dimana perangkat mempersiapkan semua komponen aktif. Setelah sistem aktif dan *push button standby* ditekan maka sensor VL530X yang ada pada pelabuhan akan membaca jarak objek jika jarak masih lebih dari 45 cm maka tidak ada inisiasi ESP-32 untuk memerintah BTS 7960 menjalankan

geared motor. Namun jika jarak yang diaca oleh sensor kurang dari 45 cm maka BTS 7960 akan menjalankan JGY-370 *geared motor* sesuai dengan skema yang telah diprogram untuk menarik objek ke robot lengan. Ketika tombol *release* ditekan maka otomatis lengan robot yang digerakkan oleh JGY-370 *geared motor* akan membuka ruang untuk objek pergi menjauh robot lengan.

3. *Wiring diagram*

Perancangan alat ini membutuhkan *wiring diagram* sebagai langkah dasar penting sebagai perencanaan hubungan setiap komponennya.



Gambar 3.4 *Wiring diagram*

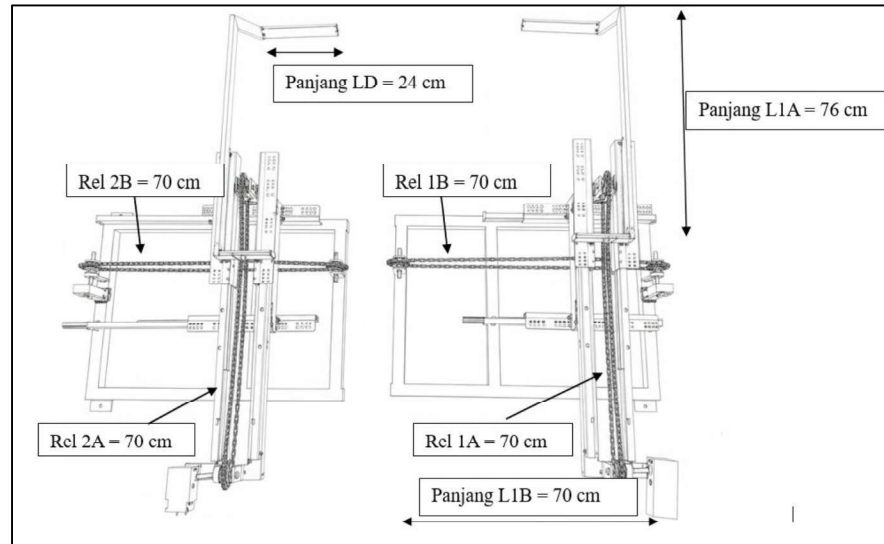
Sumber : Dokumentasi pribadi

Dari gambar 3.4 adalah *wiring diagram* yang terdiri dari komponen yang saling terhubung. *Wiring diagram* sebagai acuan memudahkan peneliti dalam proses pembuatan alat tersebut. Sistem kontrol ini dimulai

dari Raspberry Pi 4 sebagai perangkat pengolah data dari berbagai komponen pada *prototype* pelabuhan pintar yang kemudian dihubungkan serial komunikasi data dengan ESP-32 yang berperan sebagai pengolah data dari sensor jarak dan diteruskan ke komponen lain dengan perintah, dan peran BTS 7960 sebagai pengatur kendali *DC motor*.

Sumber tegangan yang dibutuhkan adalah 12V DC dan 5V DC. Untuk *Power supply* 12V DC dihubungkan ke BTS 7960 *motor driver* untuk kebutuhan daya JGY-370 *geared motor*. *Power supply* 5V DC diambil dari ESP-32 untuk pin GND pada ESP-32 dihubungkan pada semua kebutuhan GND pada setiap komponen lain seperti BTS7960 *motor driver* dan sensor VL53L0X. Kemudian untuk VL53L0X memiliki pin VCC, GND, SCL, dan SDA, untuk pin VCC dihubungkan ke 3,3V yang ada pada ESP-32, Pin SDA dihubungkan dengan pin D21, dan pin SCL dihubungkan pada pin D22. Pin yang digunakan pada BTS 7960 *motor driver* merupakan Vin yang dihubungkan pada +5V dan GND pada GND kemudian pada motor lengan kanan atas (M 1A) pin R-PWM ke D12 dan L-PWM ke D13, untuk motor lengan kanan bawah (M 1B) pin R-PWM ke D27 dan L-PWM ke D14, motor lengan kiri atas (M 2A) pin R-PWM ke D25 dan L-PWM ke D26, dan untuk motor lengan kiri bawah (M 2B) pin R-PWM ke D32 dan L-PWM ke D33. *Push button standby* pada sistem ini dihubungkan pada pin D18 dan *push button release* pada pin D19.

4. Desain Mekanik



Gambar 3.5 Desain mekanik

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Keterangan :

Panjang LD = panjang lengan depan = 24 cm

Panjang L 1A = panjang lengan kanan atas = 76 cm

Panjang L 2A = panjang lengan kiri atas = 76 cm

Panjang L 1B = panjang lengan kanan bawah = 70 cm

Panjang L 2B = panjang lengan kiri bawah = 70 cm

Rel 1A = Panjang rel kanan atas = 70 cm

Rel 1B = panjang rel kanan bawah = 70 cm

Rel 2A = panjang rel kiri atas = 70 cm

Rel 2B = panjang rel kiri bawah = 70 cm

Pada gambar 3.5 ditunjukkan desain mekanik dari produk atau alat yang akan dibuat peneliti. Diketahui bahwa panjang kerangka yang dirancang beserta ukuran yang ditunjukkan. Bahan yang digunakan untuk membuat kerangka adalah besi.

C. Rencana Pengujian

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan peneliti pada semester VIII untuk membuat proyek dan mengambil data penelitian. Tempat penelitian tentang “RANCANG BANGUN ROBOT LENGAN SEBAGAI ALAT BANTU SANDAR KAPAL” akan dilaksanakan 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 untuk memastikan apakah setiap bagian alat tersebut berfungsi secara optimal.

Tabel 3.1 Pengujian statis
Sumber : Dokumentasi pribadi

Komponen	Parameter yang diuji	Metode pengujian	Hasil Pengujian
ESP-32	Respons ESP-32 dengan melihat serial monitor telah teruploadnya kode pemrograman.	Mengoneksikan ESP-32 dengan PC dan mengunggah program uji.	
DC geared motor dan driver motor BTS 7960	- Memberikan beban secara berkala pada motor. - Menguji perpanjangan jarak aman rel robot lengan.	Memberikan tegangan 12 VDC melalui driver motor dan mengontrol sesuai perintah melalui ESP-32.	
Sensor jarak VL53L0X	Akurasi jarak yang diukur.	Membandingkan jarak pengukuran VL53L0X dengan jarak aktual menggunakan alat ukur konvensional	

b. Uji Dinamis

Pengujian ini akan dilakukan di area kampus Politeknik Pelayaran Surabaya. Pengujian ini akan menentukan kinerja alat yang dibuat dan mencatat hasil pengukuran pada tabel. Dilakukan dengan pengujian alat dengan komponen yang sudah dirakit dan menunjukkan kinerja sesuai dengan alur sistem yang telah dirancang.

Pengujian ini dibagi menjadi dua kondisi pengujian, kondisi *standby* dan *release*. Kondisi *standby* adalah ketika robot lengan siap untuk menerima kapal atau objek untuk disandarkan ke rangka robot lengan dan menahan objek pada saat sandar. Setelah objek pada posisi sandar maka pengujian berlanjut kondisi *release* dimana kondisi ini robot lengan memberikan ruang kapal atau objek keluar dari pelabuhan.

Tabel 3.2 Pengujian dinamis
Sumber : Dokumentasi pribadi

Parameter yang diuji	Metode Pengujian	Hasil pengujian
Kontrol posisi <i>standby</i> robot lengan.	Menguji posisi <i>standby</i> robot lengan dimana ketika kapal menuju ke area yang ditentukan dibaca sensor jarak dan motor pada setiap sendi robot lengan menarik kapal ke pelabuhan	
Kontrol posisi <i>release</i> robot lengan.	Menguji kinerja robot lengan dengan memberi gerakan lengan ke depan untuk memberi ruang kapal lepas dari pelabuhan	