

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**IMPLEMENTASI SISTEM STREAMING SEBAGAI UPAYA
PEMANTAUAN DAN PENUNJANG KESELAMATAN PROSES
SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR**



ADITYA FIRMANSYACH
NIT 09.21.001.1.11

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
KARYA ILMIAH TERAPAN

**IMPLEMENTASI SISTEM STREAMING SEBAGAI UPAYA
PEMANTAUAN DAN PENUNJANG KESELAMATAN PROSES
SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR**



ADITYA FIRMANSYACH

NIT 09.21.001.1.11

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 TULISAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ADITYA FIRMANSYACH
Nomor Induk Taruna : 09 21 001 111
Program Studi : SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL

Menyatakan bahwa Karya Ilmiah Terapan yang saya tulis dengan judul :

IMPLEMENTASI SISTEM STREAMING SEBAGAI UPAYA PEMANTAUAN DAN PENUNJANG KESELAMATAN PROSES SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan 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, 3 Februari 2026



Aditya Firmansyach
09.21.001.1.11

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : **IMPLEMENTASI SISTEM STREAMING SEBAGAI
UPAYA PEMANTAUAN DAN PENUNJANG
KESELAMATAN PROSES SANDAR KAPAL PADA
PELABUHAN PINTAR**

Program Studi : **SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL**

Nama : **ADITYA FIRMANSYACH**

NIT : **09 21 001 111**

Jenis Tugas : **Prototype / Karya Ilmiah Terapan / Karya Tulis Ilmiah***

Akhir Keterangan: ***(coret yang tidak perlu)**

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

Surabaya, 31 Juli 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



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



WULAN MARLIA SANDI, M.Pd
NIP. 198903262023212017

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



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

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : **IMPLEMENTASI SISTEM STREAMING SEBAGAI
UPAYA PEMANTAUAN DAN PENUNJANG
KESELAMATAN PROSES SANDAR KAPAL**

Program Studi : **SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL**

Nama : **ADITYA FIRMANSYACH**

NIT : **09 21 001 111**

Jenis Tugas : **Prototype / Karya Ilmiah Terapan / Karya Tulis Ilmiah***

Akhir Keterangan: ***(coret yang tidak perlu)**

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

Surabaya, 19 Januari 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

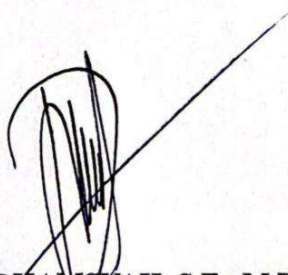


HENNA NURDIANSARI, ST, MT., M.Sc
NIP. 198512112009122003



WULAN MARLIA SANDI, M.Pd
NIP. 198903262023212017

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



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

**PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR
PROTOTYPE**

**IMPLEMENTASI SISTEM STREAMING SEBAGAI UPAYA
PEMANTAUAN DAN PENUNJANG KESELAMATAN PROSES SANDAR
KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR**



Disusun oleh:

ADITYA FIRMANSYACH
NIT. 0921001111

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

Surabaya, 04 Agustus 2025

Dosen Penguji I

Dr. Antonius Edy K, M. Mar. E. M. Pd
NIP. 196905312003121001

Menyetujui,

Dosen Penguji II

Jaka Septian K, S.Si., M. Si
NIP. 199209122023211025

Dosen Penguji III

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

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjan Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

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

PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
PROTOTYPE KARYA ILMIAH TERAPAN

IMPLEMENTASI SISTEM STREAMING SEBAGAI UPAYA
PEMANTAUAN DAN PENUNJANG KESELAMATAN PROSES
SANDAR KAPAL PADA PELABUHAN PINTAR

Disusun oleh:

ADITYA FIRMANSYACH
NIT. 09.21.001.1.11

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

Surabaya, 23 Januari 2026

Dosen Penguji I



Dr. Antonius Edy K, M. Mar. E. M. Pd
NIP. 196905312003121001

Mengesahkan,

Dosen Penguji II



Jaka Septian K, S.Si., M.Si
NIP. 199209122023211025

Dosen Penguji III



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

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjan Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



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

ABSTRAK

ADITYA FIRMANSYACH, Implementasi Sistem Streaming Sebagai Upaya Pemantauan dan Penunjang Keselamatan Proses Sandar Kapal Pada Pelabuhan Pintar. Dibimbing oleh Henna Nurdiansari, ST, MT., M. Sc dan Wulan Marlia Sandi, M. Pd.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem streaming secara *real-time* sebagai alat pemantauan saat proses sandar kapal pada pelabuhan pintar, menganalisis efektivitas sistem streaming dalam meningkatkan pemantauan dan keselamatan proses sandar kapal pada pelabuhan pintar, dan menjelaskan cara kerja komponen secara *real-time* dalam mendukung proses sandar kapal pada pelabuhan pintar. Proses sandar kapal merupakan tahap krusial dalam operasional pelabuhan yang memerlukan pengawasan *real-time* untuk menjamin keselamatan dan efisiensi. Sistem yang dikembangkan menggunakan Raspberry Pi sebagai pengendali utama yang terintegrasi dengan kamera modul V2, sensor jarak, modul WiFi hotspot, serta sistem monitoring daya berbasis *Internet of Things* (IoT). Data visual berupa video streaming dan data sensor dikirimkan secara *real-time* ke aplikasi monitoring untuk membantu operator pelabuhan dalam mengawasi jarak kapal terhadap dermaga. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) yang meliputi tahap perancangan, perakitan, pengujian, dan evaluasi sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik dalam menampilkan *video streaming* secara *real-time* dengan rata-rata delay streaming 1,54%, mendeteksi jarak kapal secara akurat dengan rata-rata 0,81%, serta memberikan informasi pendukung yang relevan untuk meningkatkan keselamatan proses sandar kapal. Dengan demikian, sistem ini berpotensi menjadi solusi pendukung dalam pengembangan konsep pelabuhan pintar yang aman dan efisien.

Kata Kunci: Sistem Streaming, Raspberry Pi, *Internet of Things* (IoT), Pelabuhan Pintar.

ABSTRACT

ADITYA FIRMANSYACH, *Implementation of Streaming System as an Effort to Monitor and Support the Safety of Ship Berthing Process at Smart Port*. Supervised by Henna Nurdiansari, ST, MT., M. Sc and Wulan Marlia Sandi, M. Pd.

This study aims to implement a real-time streaming system as a monitoring tool during the ship berthing process at a smart port, analyze the effectiveness of the streaming system in improving the monitoring and safety of the ship berthing process at a smart port, and explain how the components work in real-time to support the ship berthing process at a smart port. The ship berthing process is a crucial stage in port operations that requires real-time monitoring to ensure safety and efficiency. The developed system uses a Raspberry Pi as the main controller integrated with a V2 camera module, a proximity sensor, a WiFi hotspot module, and an Internet of Things (IoT)-based power monitoring system. Visual data in the form of streaming video and sensor data are sent in real-time to the monitoring application to assist port operators in monitoring the distance of ships to the dock. The research method used is Research and Development (R&D) which includes the design, assembly, testing, and evaluation stages of the system. Test results show that the system performs well in displaying real-time video streaming with an average streaming delay of 1.54%, accurately detecting vessel distances with an average of 0.81%, and providing relevant supporting information to improve the safety of ship berthing processes. Therefore, this system has the potential to be a supporting solution in the development of a safe and efficient smart port concept.

Keywords: *Streaming System, Raspberry Pi, Internet of Things (IoT), Smart Port.*

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa oleh karena limpahan Rahmat dan kesehatan penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini dengan judul **“IMPLEMENTASI SISTEM STREAMING SEBAGAI UPAYA PEMANTAUAN DAN PENUNJANG KESELAMATAN PROSES 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 penulis menyampaikan terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam penulisan Karya Ilmiah Terapan ini sehingga dapat dilaksanakan dengan baik. Penulis menyampaikan terimakasih antara lain kepada:

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya Bapak Moejiono M.T, M.Mar.E. yang telah memberikan pembinaan kepada taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd. yang telah memberikan bimbingan kepada taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
3. Ibu Henna Nurdiansari, ST, MT., M.Sc selaku dosen pembimbing I, serta Ibu Wulan Marlia Sandi, M. Pd. selaku dosen pembimbing II. yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan kepada penulis.
4. Seluruh jajaran dosen dan *civitas* akademika Politeknik Pelayaran Surabaya atas pengalaman yang diberikan kepada penulis
5. Kedua orang tua Bapak Adi Karyanto dan Ibu Fatimah Anggraeni Dewi yang telah memberikan dukungan berupa material, semangat disertai doa dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
6. Kepada Novita Himayatul Husnah, S.Pd., Gr. terima kasih sudah selalu ada sebagai rumah yang selalu saya rindukan dan memberikan semangat serta kontribusi yang luar biasa.
7. Kepada seluruh teman-teman Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal Angkatan 12 yang selalu membantu dan memberi semangat untuk pengerjaan Karya Ilmiah Terapan ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Karya Ilmiah Terapan ini masih terdapat kekurangan, sehingga penulis memohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan Karya Ilmiah Terapan ini. Penulis 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 untuk kedepannya.

Surabaya, 3 Februari 2026

ADITYA FIRMANSYACH

NIT. 09 21 001 111

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR HASIL	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACK	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Penelitian	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	6
B. Landasan Teori.....	8
BAB III METODE PENELITIAN	18
A. Perancangan Sistem	18

B. Model Perancangan Alat dan Desain	23
C. Rencana Pengujian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Hasil Penelitian	30
B. Pembahasan.....	38
BAB V PENUTUP	41
A. Kesimpulan	41
B. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 3.1 Pengujian dan Pengukuran Alat Sistem Streaming.....	29
Tabel 4.1 Data Pengujian Sensor Jarak.....	34
Tabel 4.2 Hasil Pengujian dan Pengukuran Alat Sistem Streaming	35
Tabel 4.3 Pengujian Delay Aplikasi Streaming IoT Raspberry	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Streaming Proses Sandar Kapal	8
Gambar 2.2 Raspberry Pi	10
Gambar 2.3 Sensor Jarak.....	12
Gambar 2.4 Camera Modul V2.....	13
Gambar 2.5 WiFi Modul	14
Gambar 2.6 Monitoring Turbin Angin.....	15
Gambar 3.1 Blok Diagram Capstone	20
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Streaming.....	22
Gambar 3.3 Flowchart.....	25
Gambar 4.1 Pengujian Visual Streaming Kamera dan Aplikasi IoT Raspberry...	32
Gambar 4.2 Pengujian Sensor Jarak.....	33
Gambar 4.3 Pengujian dan Pengukuran Alat Sistem Streaming.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Proses sandar kapal merupakan salah satu tahap krusial dalam kegiatan operasional pelabuhan. Tahap ini memerlukan ketelitian tinggi karena melibatkan interaksi antara kapal, dermaga, serta kondisi lingkungan sekitar seperti arus, angin, dan visibilitas. Kesalahan dalam proses sandar tidak hanya dapat menyebabkan kerusakan pada kapal dan infrastruktur pelabuhan, tetapi juga mengancam keselamatan kru dan mengganggu kelancaran operasional pelabuhan.

Di tengah kompleksitas proses sandar, pengawasan secara *real-time* menjadi aspek yang sangat penting. Dalam praktiknya, sistem pemantauan yang ada masih sering terbatas pada komunikasi radio, observasi visual manual, serta sensor-sensor konvensional yang tidak selalu mampu memberikan informasi secara menyeluruh, cepat, dan akurat sehingga dapat menyebabkan kerugian yang cukup krusial. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan suatu inovasi teknologi streaming video yang memudahkan pengawasan secara *real-time* dalam proses sandar kapal. Teknologi ini berkaitan dengan Raspberry Pi sebagai pusat pengendali utama yang berfungsi untuk mengumpulkan data, memproses informasi, dan mengirimkan hasil pengamatan ke server yang akan menjadi peluang untuk meningkatkan efektivitas pemantauan proses sandar kapal (M, Hosny, Magdi, Salah, El-Komy, & a. Lashin, 2023). Sistem streaming yang berasal dari Raspberry Pi

ini memungkinkan visualisasi langsung kondisi di lapangan, yang dapat diakses oleh berbagai pihak, baik petugas di lapangan maupun operator di pusat kendali. Penggunaan Raspberry Pi sebagai teknologi pengendali pusat pada sistem sandar kapal dapat diterapkan melalui rancangan robot tangan sebagai alat bantu.

Raspberry Pi berfungsi sebagai pengendali utama dalam sistem robot tangan sebagai alat bantu sandar kapal. Sistem ini dilengkapi dengan sensor jarak dan kamera web yang terhubung melalui jaringan WiFi untuk mendeteksi kondisi sekitar secara otomatis. Kamera web digunakan untuk melakukan pemantauan visual melalui sistem streaming, sedangkan sensor jarak membantu mendeteksi potensi bahaya sejak dini. Seluruh data diproses oleh Raspberry Pi dan dapat dipantau secara jarak jauh melalui teknologi Internet of Things (IoT). *Internet of Things (IoT)* merupakan elemen dasar yang bertujuan sebagai konektivitas pengumpulan data, koneksi jaringan, dan respons terhadap data secara otomatis atau terpusat yang menghubungkan dengan sistem pemantauan turbin pada proses sandar kapal (Ratnawati , Subandir , & Afridon, 2023)

Sistem streaming yang diterapkan dalam implementasi robot tangan sebagai alat bantu sandar kapal bekerja secara terpadu melalui teknologi *Internet of Things (IoT)*. Raspberry Pi berperan sebagai pusat pengolah data yang mengintegrasikan input dari kamera web dan sensor jarak. Kamera web menjadi komponen utama dalam sistem streaming karena berfungsi menangkap kondisi visual di sekitar area sandar kapal dan mengirimkan video secara langsung (*real-time*) ke perangkat pemantau melalui jaringan WiFi.

Streaming video ini memungkinkan operator memantau pergerakan fisik objek dan posisi kapal secara kontinu tanpa harus berada di lokasi.

Data visual hasil streaming diperkuat dengan informasi dari sensor jarak yang membantu mendeteksi perubahan posisi dan jarak objek secara otomatis. Seluruh data tersebut diproses oleh Raspberry Pi dan ditampilkan melalui aplikasi pemantauan sebagai satu kesatuan sistem monitoring. Dengan adanya sistem streaming ini, operator dapat merespons kondisi kritis dengan lebih cepat dan tepat, karena informasi visual dan data sensor tersedia secara *real-time*.

Implementasi sistem streaming pada pelabuhan pintar tidak hanya meningkatkan efektivitas pemantauan dan keselamatan proses sandar kapal, tetapi juga berfungsi sebagai sarana dokumentasi dan evaluasi operasional. Rekaman video dan data pemantauan dapat digunakan untuk analisis pasca-operasi guna meningkatkan prosedur keselamatan di masa mendatang. Oleh karena itu, sistem streaming berbasis Raspberry Pi dan IoT memiliki peran penting dalam mendukung efisiensi dan keselamatan proses sandar kapal di lingkungan pelabuhan pintar.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini berfokus pada “Implementasi Sistem Streaming sebagai Upaya Pemantauan dan Penunjang Keselamatan Proses Sandar Kapal Pada Pelabuhan Pintar”. Diharapkan, kajian ini dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan sistem pemantauan pelabuhan yang modern, responsif, dan adaptif terhadap tantangan operasional maritim.

B. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah, batas masalah penelitian sebagai berikut:

1. Penelitian hanya berfokus pada proses pemantauan visual saat kapal sandar di pelabuhan menggunakan sistem streaming berbasis *real-time*.
2. Sistem streaming yang digunakan berbasis Raspberry Pi dengan teknologi analitik meliputi sensor jarak, kamera web, modul WiFi, dan monitoring turbin angin sebagai komponen utama proses sandar kapal pada pelabuhan pintar.
3. Wilayah pengamatan hanya mencakup proses sandar kapal di sekitar pelabuhan, tidak termasuk manajemen pelabuhan secara keseluruhan.\

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan sistem streaming secara *real-time* sebagai alat pemantauan saat proses sandar kapal pada pelabuhan pintar.
2. Menganalisis efektivitas sistem streaming dalam meningkatkan pemantauan dan keselamatan proses sandar kapal pada pelabuhan pintar.
3. Menjelaskan cara kerja komponen secara *real-time* dalam mendukung proses sandar kapal pada pelabuhan pintar.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, terdapat manfaat penelitian yang diharapkan dapat digunakan pada penelitian ini. Manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan digunakan sebagai bahan referensi dan informasi konsep untuk mengembangkan pengetahuan dan wawasan dalam ilmu pelayaran dalam bidang teknologi, serta penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber referensi bagi penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan solusi praktis dan efisien bagi pihak pelabuhan dalam meningkatkan keselamatan proses sandar kapal pada pelabuhan pintar.
- b. Memberikan alternatif sebagai sistem pemantauan yang mudah diterapkan dan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan.
- c. Mendukung keberlanjutan perkembangan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam penerapannya menjadi pelabuhan pintar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Penelitian tentang “Implementasi Sistem Streaming Sebagai Upaya Pemantauan dan Penunjang Keselamatan Proses Sandar Kapal pada Pelabuhan Pintar” tentunya sudah pernah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Penelitian ini pun tentunya telah memiliki acuan dari peneliti sebelumnya. Hal ini dilakukan agar penelitian ini bisa lebih terarah dan memiliki landasan. Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai acuan atau landasan rujukan peneliti. Dalam setiap penelitian terdapat persamaan dan perbedaan yang akan menjadi pembanding. Pada penelitian ini, peneliti melakukan review pada penelitian sebelumnya seperti terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
1.	Dimas Pristovani Riananda, Muhammad Abu Jami'in, Annas Singgih Setiyoko, Alvalo Toto Wibowo, Rikky Leonard. (2024) Jurnal The Indonesian Journal of Computer Science. Volume 13, Issue 6	Implementasi Sistem Pemantauan Kelayakan Kapal Pada Proses Pengujian Kapal Menggunakan Teknologi <i>Internet of Things</i>	Hasil penelitian diperoleh: 1. Inspeksi keselamatan pada proses pengujian kapal menggunakan sistem pemantauan kelayakan berbasis IoT (<i>Internet of Things</i>) melalui aplikasi berbasis web yang dapat memantau data posisi, kecepatan angin, kemiringan, dan waktu secara langsung 2. Sistem monitoring dan analisis berbasis IoT dapat menjadi solusi	Perbedaan pada penelitian penulis dengan sebelumnya adalah terletak pada penerapan pengujian pada objek yaitu sebagai sistem monitoring pada saat proses sandar kapal pada pelabuhan.

No	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
			yang andal untuk kebutuhan operasional dan evaluasi kinerja kapal.	
2.	Khalid M. Hosny, Amal Magdi, Ahmad Salah, Osama El-Komy, Nabil A. Lashin. (2023) International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). Volume 13, No. 1	Internet of things applications using Raspberry Pi: a survey	Hasil penelitian diperoleh: 1. Memberikan gambaran umum tentang <i>Internet of Things</i> (IoT) dan Raspberry Pi di berbagai bidang, termasuk transportasi, pertanian, dan kedokteran. 2. Penelitian ini menguraikan tentang aplikasi <i>Internet of Things</i> (IoT) berbasis Raspberry Pi, di mana teknologi ini berguna dan menjanjikan untuk menawarkan portabilitas, paralelisme, biaya rendah, dan konsumsi daya rendah, dan ideal	Perbedaan pada penelitian penulis dengan sebelumnya terletak pada cakupan bidang. Bidang yang dipakai pada penelitian penulis yaitu transportasi laut, di mana teknologi yang menjadi kendali utama dalam proses sistem monitoring sandar kapal. Peneliti juga menggunakan berbagai perangkat seperti sensor jarak, kamera web, WiFi yang terhubung dengan Raspberry Pi, serta monitoring wind turbin.

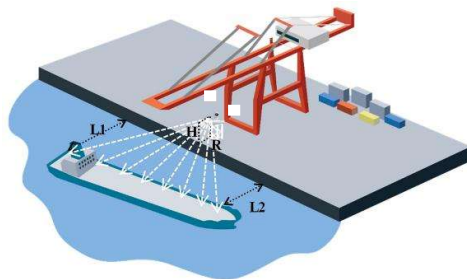
Berdasarkan beberapa penelitian di atas, maka dapat ditemukan perbedaan secara sederhana bahwa penelitian relevan pertama melakukan penelitian mengenai inspeksi kelayakan pada pengujian kapal yang hasilnya dapat dilihat melalui data yang meliputi kecepatan, posisi geografis, kemiringan (*pitch dan roll*), serta orientasi kapal (*heading*) disimpan dalam format *CSV* yang memudahkan proses analisis keselamatan pada kapal menggunakan sistem

pemantauan kelayakan berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian relevan kedua, melakukan penelitian yang memberikan gambaran umum tentang *Internet of Things* (IoT) dan Raspberry Pi di berbagai bidang, termasuk transportasi, pertanian, dan kedokteran yang dapat diakses dengan mudah dan lebih populer. Demikian, penelitian di atas memberikan gambaran sistem monitoring yang efektif dan efisien untuk digunakan saat proses sandar kapal pada pelabuhan pintar.

B. Landasan Teori

Landasan teori dalam penelitian ini yaitu penulis menggunakan dasar teori sebagai pijakan utama dalam pelaksanaan penelitian. Teori yang digunakan mencakup berbagai definisi dan proposisi yang telah dirumuskan secara terstruktur dan sistematis mengenai variabel-variabel yang terdapat dalam penelitian ini. Landasan teori yang akan dibahas pada penelitian ini meliputi Raspberry Pi, Sensor Jarak, Kamera Web, Modul Wifi, Monitoring Turbin Angin. Kelima pokok bahasan tersebut akan diuraikan sebagai berikut:

1. Sistem Streaming dan Sistem Monitoring



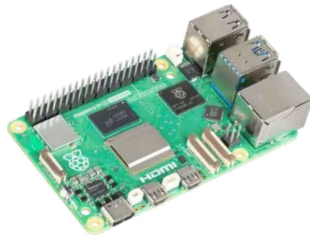
Gambar 2. 1 Sistem Streaming Proses Sandar Kapal
(Sumber: <https://www.mdpi.com/2077-1312/9/7/747>)

Berdasarkan gambar 2.1 di atas, terdapat gambaran proses sandar kapal di pelabuhan dimana L1 adalah jarak buritan kapal ke pelabuhan, L2 adalah jarak haluan kapal ke pelabuhan. Pada proses ini tentunya mengacu pada bagaimana proses sandar kapal dapat berjalan dengan baik, oleh karena itu sistem streaming dan monitoring sangat berpengaruh besar dalam keselamatan serta pemantauan proses sandar kapal. Sistem streaming dan sistem monitoring dalam penerapannya dapat digunakan sebagai upaya pemantauan dan keselamatan proses sandar kapal pada pelabuhan pintar. Sistem streaming merupakan cara untuk mengirim data secara langsung sehingga pengguna bisa langsung mengakses konten seperti video atau audio tanpa harus mengunduh seluruh file terlebih dahulu (Bian, et al., 2022). Sedangkan Sistem monitoring merupakan bagian penting dari proses pengumpulan informasi dan data yang bertujuan secara konsisten dan objektif mengevaluasi dampak, serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas program atau aktivitas (Abiraihan, Marta, Syukhri, & Saputra, 2024). Jadi, sistem streaming dan monitoring dapat digunakan tidak hanya mendeteksi tetapi dapat mengirimkan informasi pemantauan aktivitas dari jarak jauh, kemudian dapat dilihat status tampilan penggunaannya tanpa jeda waktu.

Dalam dunia maritim dan konteks penelitian ini, sistem streaming digunakan sebagai upaya pemantauan dan efektivitas keselamatan dalam operasi sandar kapal pada pelabuhan. Maka, dengan adanya sistem streaming dan monitoring yang dapat diterapkan saat operasi sandar kapal memudahkan dalam mendeteksi dan merespons secara konsisten dan responsif aktivitas sandar kapal di sekitar pelabuhan. Tentunya, hal ini

membawa keterbaharuan teknologi pada pelabuhan dan mengurangi resiko yang akan berdampak saat proses sandar kapal pada pelabuhan.

2. Raspberry Pi



Gambar 2.2 Raspberry Pi

(Sumber: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4/>)

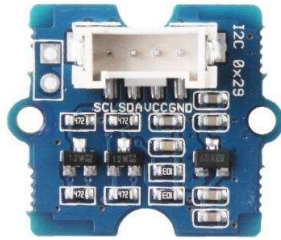
Berdasarkan gambar 2.2 di atas, dapat dideskripsikan bahwa Raspberry Pi merupakan otak utama dalam sistem monitoring yang akan digunakan penelitian dengan berbasis *Internet of Things* (IoT). Raspberry Pi merupakan sebuah komputer mini yang ukuran kecil, sebesar kartu kredit, dapat disusun dan dikendalikan sesuai keinginan pengguna (Abiraihan, Marta, Syukhri, & Saputra, 2024). Raspberry Pi dapat dikatakan sebagai teknologi konvensional karena kemampuannya yang cukup dalam menjalankan berbagai aplikasi, pusat media, dan berbagai aktivitas lainnya. Maka dari itu, Raspberry Pi menjadi pusat kendali utama baik dalam konteks tersebut dapat dilakukan sebagai pengumpulan data, memproses informasi, mengirimkan hasil dalam berbagai konteks teknologi terutama dalam dunia maritim.

Penggunaan Raspberry Pi sebagai pengembangan teknologi menjadi solusi yang efektif dan ekonomis dalam implementasi sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) seperti pemantauan video secara *real-time*. Dalam konteks pelabuhan pintar (*smart port*), Raspberry Pi dapat difungsikan

dalam pemrosesan dan pengendalian data dari sensor jarak dan kamera web yang ditempatkan di area pelabuhan. Sehingga, Raspberyy Pi yang dapat mengelola video secara *real-time* ke pengguna melalui jaringan internet yang sudah terhubung atau terinstall dengan Raspberry Pi (Reddy, P. Sabarish, S. Sonu, P. Sabarish, & Krishnan, 2020). Demikian, Raspberry Pi dapat dengan mudah mendeteksi gerakan, alarm, serta menyimpan rekaman video ke media penyimpanan.

Raspberry Pi memiliki berbagai macam varian. Varian yang digunakan dalam penelitian adalah Raspberry Pi 4. Raspberry Pi 4 merupakan fitur kinerja yang *menawarkan* peningkatan secara signifikan dan fleksibel seperti prosesor, Memori (RAM), Grafis, Penyimpanan, Konektivitas dan berbagai lainnya (Raspberry Pi, 2023). Spesifikasi tersebut memungkinkan Raspberry Pi dimanfaatkan dalam sistem pemantauan dan video streaming secara langsung, termasuk untuk mengelola sensor serta mengirim data dari jarak jauh. Raspberry Pi kerap dijadikan pilihan dalam berbagai proyek *Internet of Things* (IoT) karena bentuknya yang ringkas, konsumsi daya yang rendah, serta kompatibilitasnya dengan beragam bahasa pemrograman dan perangkat keras tambahan.

3. Sensor Jarak



Gambar 2.3 Sensor Jarak

(Sumber: https://wiki.seeedstudio.com/GroveTime_of_Flight_Distance_Sensor-VL53L0X/)

Berdasarkan gambar 2.3 di atas, dapat dideskripsikan bahwa sensor jarak sebagai keamanan yang otomatis dapat mendeteksi dan mengukur pengendali jarak pada perubahan posisi pada objek di sekitar. Sensor jarak merupakan alat *yang* dipergunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek tanpa perlu kontak fisik. Sensor ini bekerja dengan mengeluarkan sinyal (seperti gelombang ultrasonik atau cahaya laser) menuju objek dan menghitung waktu yang dibutuhkan sinyal untuk kembali setelah pantulan dari objek tersebut (Fauzan & Zuhrie, 2024). Maka, informasi yang diperoleh dari sensor jarak memungkinkan untuk menentukan posisi dan gerakan objek dengan tepat.

Dalam proses *sandar* kapal, sensor jarak memiliki keunggulan yang penting sebagai elemennya. Pada saat proses sandar kapal, sensor dapat mengukur jarak kapal dengan pelabuhan secara *real-time*, memberikan peringatan untuk mendeteksi adanya tabrakan, serta secara otomatis mengirim sinyal peringatan ke sistem pemantauan (Perkovič, et al., 2020).

Dalam penerapan sistem streaming untuk memantau proses sandar kapal, penggabungan sensor jarak dengan kamera video bisa memberikan informasi langsung mengenai letak dan gerakan kapal di area pelabuhan.

Data yang diperoleh dari sensor jarak memungkinkan sistem untuk memberikan *peringatan* waktu dini jika kapal mendekati pelabuhan dengan kecepatan atau sudut yang berpotensi berbahaya, hal ini membantu dalam meningkatkan keselamatan serta efisiensi proses sandar kapal. Oleh karena itu, penggabungan sensor jarak ke dalam sistem streaming untuk pemantauan proses sandar kapal di pelabuhan pintar dapat memberikan manfaat besar dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi selama operasional.

4. Kamera Web



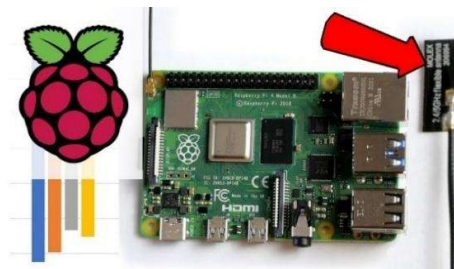
Gambar 2.4 Camera Modul V2

(Sumber: <https://www.waveshare.com/rpi-camera-v2.htm>)

Berdasarkan gambar 2.4 di atas, dapat dideskripsikan bahwa Kamera web dalam sistem streaming pemantuan proses sandar kapal digunakan sebagai pemantauan *visual* untuk melihat dan mendeteksi pergerakan kapal. Kamera web merupakan perangkat input visual yang berfungsi untuk merekam gambar atau video dan mentransfernya secara langsung ke sistem komputer (Raspberry Pi Foundation,, 2023). Dalam konteks pelabuhan pintar, kamera web dimanfaatkan untuk menyediakan visualisasi situasi secara *real-time (live feed)* sebagai upaya meningkatkan keamanan selama proses sandar kapal.

Kamera web yang digunakan sebagai pemantauan visual pada saat proses sandar kapal pada pelabuhan pintar memiliki beberapa spesifikasi yaitu, kamera memiliki resolusi tinggi atau gambar terlihat jelas, dapat digunakan diluar ruangan karena sifatnya yang daya tahan terhadap cuaca, dan memiliki *kompatibilitas* dengan Raspberry Pi (Sharma & Kanwal, 2024). Demikian, saat digabungkan dengan sistem streaming menggunakan Raspberry Pi, kamera web dapat dikonfigurasi untuk merekam video, mengompresnya, dan mengirimkan data ke server atau layanan cloud. Integrasi ini mendukung pengembangan sistem streaming berbasis *Internet of Things* (IoT) yang efektif dan efisien dalam meningkatkan keamanan proses sandar kapal pada pelabuhan pintar.

5. Modul WiFi



Gambar 2.5 WiFi Modul

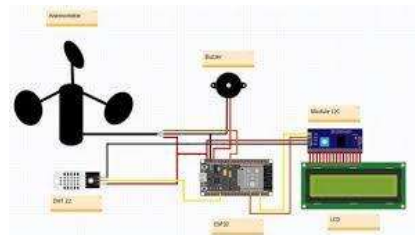
(Sumber: <https://discourse.zynthian.org/t/external-antenna-mod-for-raspberry-pi-4-questions/10532>)

Berdasarkan gambar 2.5 di atas, dapat dideskripsikan bahwa Modul wifi merupakan salah satu *perangkat* keras berbasis *Internet of Things* (IoT) yang digunakan dalam penelitian untuk memudahkan dan fleksibilitas komunikasi data. Modul Wifi merupakan perangkat keras komunikasi nirkabel yang memungkinkan perangkat elektronik terhubung ke jaringan lokal atau internet tanpa perlu menggunakan sambungan kabel (Barros, et

al., 2022). Sederhananya modul wifi sebuah perangkat yang dapat diintegrasikan sebagai penghubung dalam mentransfer data.

Dalam konteks pelabuhan cerdas dan proses sandar kapal, fitur WiFi yang sudah terhubung pada Raspberry Pi berperan sebagai sarana untuk mentransmisikan data streaming dari kamera dan sensor menuju pusat kendali atau server. Raspberry Pi merupakan opsi yang sangat ideal sebagai pengontrol pusat karena dilengkapi dengan sistem operasi yang mampu menjalankan berbagai tugas secara bersamaan, salah satunya modul Wi-Fi bawaan yang berfungsi untuk mempermudah mengirimkan video secara *real-time*, menghubungkan sistem komunikasi dua arah antara pelabuhan dan operator pusat pada saat proses sandar kapal. Maka dengan memanfaatkan salah satu perangkat *Internet of Things* (IoT) sistem dapat diterapkan tanpa harus bergantung pada kabel LAN dan lebih fleksibilitas saat proses sandar kapal pada pelabuhan.

6. Monitoring Turbin Angin



Gambar 2.6 Monitoring Turbin Angin

(Sumber: <https://lnk.ink/CJfod>)

Berdasarkan gambar 2.6 di atas, dapat dideskripsikan bahwa monitoring turbin angin *dalam* penerapan sistem streaming pemantauan dan keselamatan proses sandar kapal pada pelabuhan merupakan hal yang modern untuk dikembangkan secara berkelanjutan karena penggunaan

turbin angin pada pelabuhan sangat cocok untuk kondisi angin laut yang konsisten. Monitoring turbin angin merupakan alat yang dapat mengonversi energi kinetik menjadi energi mekanik kemudian diubah menjadi energi listrik (Fandhy, Krismanto, & Mujianto, 2024). Teknologi ini banyak dimanfaatkan sebagai energi terbarukan dan ekosistem pelabuhan pintar untuk mendukung operasional yang hemat energi dan ramah lingkungan sehingga cocok diterapkan saat proses sandar kapal pada pelabuhan.

Dalam sistem streaming pada saat pemantauan sandar kapal, informasi yang ditransmisikan oleh sistem dari monitoring turbin angin akan melakukan pengumpulan data dari sensor mengenai kecepatan angin, kondisi turbin, dan keluaran daya, kemudian akan mengirim data ke *spreadsheet online*. Selanjutnya, data monitoring akan ditampilkan menggunakan *LCD* secara *real-time*. Maka dari seluruh data yang terkumpul dapat dianalisis menggunakan *spreadsheet* untuk memantau kinerja turbin angin. Monitoring turbin angin penting untuk mendukung pengambilan data operasional pelabuhan (Park, Kim, Dinh, & Park, 2022) sebagai berikut:

- a. Memberikan peringatan pada operator apabila kecepatan angin terlalu kencang
- b. Menunda proses sandar kapal, jika cuaca dianggap berisiko
- c. Menyediakan sumber energi cadangan untuk sistem pemantauan pada saat proses sandar kapal.

Pemantauan monitoring turbin angin pada saat kapal sandar sangatlah penting karena dapat mempengaruhi stabilitas dan keselamatan kapal secara

signifikan. Apabila pemantauan yang dilakukan baik, maka potensi deteksi *gangguan*, langkah pencegahan, dan turbin yang mengubah angin di sekitar kapal terjadi akan secara otomatis dapat diidentifikasi melalui tindakan preventif (pencegahan) yang dilakukan oleh sistem streaming pada monitoring turbin.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Pada bagian perancangan sistem dalam metode penelitian bertujuan untuk merancang solusi teknis permasalahan berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Pada bagian ini penelitian memulai gambaran bagaimana sistem akan bekerja, komponen sistem berinteraksi, dan bagaimana akan diimplementasikan. Menurut (Pressman & Maxim, 2021) perancangan sistem merupakan proses mengubah kebutuhan perangkat lunak menjadi gambaran umum struktur sistem akan bekerja yang dapat diimplementasikan dengan kode program. Jadi, perancangan sistem sebuah proses merancang sistem yang akan bekerja sesuai dengan kebutuhan penggunanya secara efektif dan efisien.

Pada penulisan Karya Tulis Ilmiah ini, peneliti menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D) sebagai pendekatan utama metodologi penelitian. Menurut (Judijanto, et al., 2024) metodologi *Research and Development* (R&D) merupakan proses penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan suatu produk tertentu dan menguji keberhasilan produk tersebut. Jadi, untuk menguji keefektifan produk tersebut dibutuhkan penelitian yang bersifat sebagai analisis kebutuhan agar berfungsi bagi masyarakat secara luas.

Metode penelitian ini dirancang dengan tahapan-tahapan sistematis untuk menghasilkan temuan baru yang relevan dengan pendidikan. Tahapan dalam metodologi *Research and Development* (R&D) meliputi beberapa tahapan yang

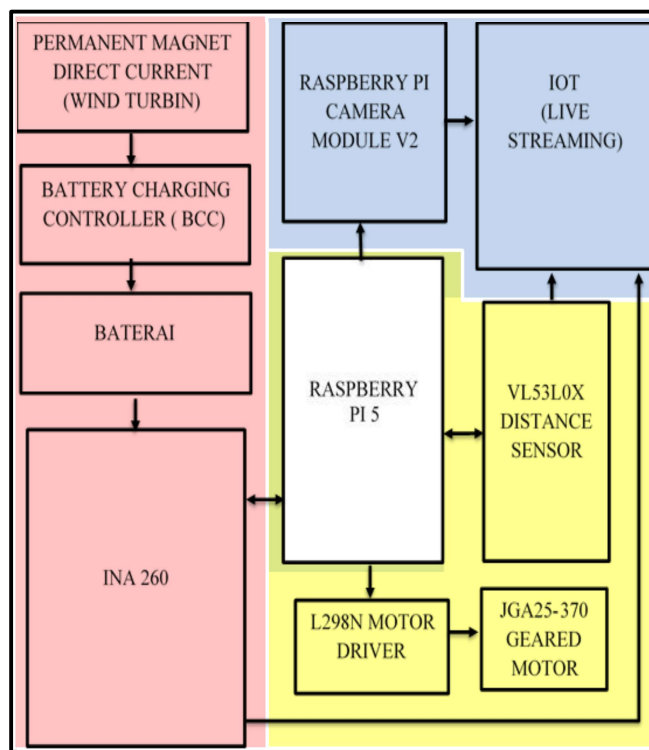
kritis dan sistematis dari awal penelitian sampai implementasi produknya. Berikut tahapan metodologi *Research and Development* (R&D) (Judijanto, et al., 2024) :

1. Penelitian dan pengumpulan informasi dengan melakukan penelitian pustaka dan mengumpulkan data untuk memahami permasalahan yang sedang dihadapi.
2. Melakukan perencanaan untuk membuat rancangan awal berdasarkan data yang telah dikumpulkan.
3. Pembuatan *prototype* awal dilakukan dengan membuat rancangan awal produk yang telah diusulkan.
4. Pengujian awal dengan melakukan uji coba lapangan terbatas untuk mengevaluasi seberapa efektif *prototype* tersebut.
5. Revisi produk dilakukan dengan peningkatan berdasarkan umpan balik dari uji coba awal.
6. Uji coba lapangan utama dengan penerapan skala yang lebih besar untuk melakukan verifikasi lebih lanjut.
7. Revisi operasional dilakukan untuk penyetelan terakhir sebelum produk atau solusi diluncurkan secara resmi.
8. Diseminasi dan Implementasi dilakukan untuk mengenalkan produk atau solusi yang telah dibuat ke masyarakat luas.

Berdasarkan tahapan penelitian di atas, maka penelitian pada uji coba alat ini akan mengembangkan produk baru yang dapat mengenalkan berbagai manfaatnya dalam masyarakat luas terutama dalam dunia maritim. Dalam penelitian ini peneliti melakukan tahapan penelitian sampai dengan tahap ke-5

agar tetap sesuai dengan tujuan penelitian, proses penelitian, perancangan, *prototype*, hingga uji coba dan revisi awal, yang cukup untuk membuktikan bahwa solusi dapat bekerja dan dikembangkan lebih lanjut. Produk penelitian yang akan dihasilkan adalah “Implementasi Sistem Streaming Sebagai Upaya Pemantauan dan Penunjang Keselamatan Proses Sandar Kapal Pada Pelabuhan Pintar” berupa sistem streaming berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT).

1. Blok Diagram Capstone



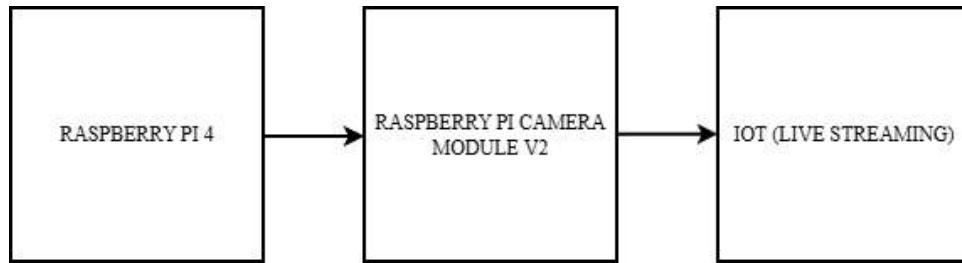
Gambar 3.1 Blok Diagram Capstone

(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

Blok diagram diatas menggambarkan sistem *prototype* pelabuhan pintar menggunakan Raspberry Pi sebagai alat bantu sandar kapal yang di lengkapi 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

di simpan pada *Battery Charging Controller* untuk mengatur dan melanjutkan arus yang dihasilkan dan disimpan di baterai penyimpanan. INA 260 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 INA 260, Raspberry Pi juga memproses data yang di dibaca oleh sensor jarak VL53L0X yang kemudian memberikan perintah pada L298N *motor driver* untuk mengatur pergerakan JGA25-370 *geared motor* sebagai sendi dan penggerak dari Robot lengan untuk menarik dan menahan agar kapal dapat disandarkan di pelabuhan. JGA25-370 *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 sandar, setelah kapal berhasil sandar di pelabuhan, lengan robot menahan posisi kapal agar tidak terpengaruh oleh kekuatan angin dan gelombang laut yang berpotensi mengganggu keselamatan kapal. Raspberry Pi *camera module* V2 berfungsi sebagai pemantauan kegiatan proses sandar kapal dan ditampilkan di *live streaming* sebagai informasi dan dapat disaksikan oleh banyak orang.

2. Blok Diagram Peneliti



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Streaming

(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

Berdasarkan blok diagram peneliti di atas, peneliti berfokus pada sistem streaming sebagai upaya pemantauan dan penunjang keselamatan proses sandar kapal pada pelabuhan pintar. Diagram menggambarkan alur sederhana mengenai sistem streaming pada pelabuhan pintar dengan memanfaatkan Raspberry Pi, Raspberry Pi dengan Camera Module V2, dan *Internet of Things* (IoT) sebagai sistem teknologi. Keterangan pada gambar dapat dideskripsikan sebagai berikut:

- a. Raspberry Pi sebagai otak utama dalam sistem streaming yang akan menggerakkan seluruh data komponen dari kamera dan mengolahnya untuk dikirim secara live.
- b. Raspberry Pi Camera Modul V2 sebagai pengambil gambar atau video secara *real-time* di sekitar pelabuhan pada saat proses sandar kapal. Camera Modul V2 ini terhubung langsung dengan Raspberry Pi yang mencakup jarak kapal ke pelabuhan, aktivitas pergerakan kapal, dan kondisi cuaca dan ombak.
- c. *Internet of Things* (IoT) sebagai *live streaming* pemantauan dan keselamatan proses sandar kapal. *Live streaming* ini menangkap video oleh kameran dan diproses oleh Raspberry Pi secara langsung melalui

jaringan internet, kemudian bisa ditampilkan pada aplikasi IoT raspberry dan diakses oleh operator pelabuhan menggunakan perangkat elektronik.

B. Model Perancangan Alat dan Desain

1. Identifikasi Kebutuhan

Kebutuhan perancangan sistem pada alat dan desain perlu diidentifikasi kebutuhan setiap komponennya agar dapat tercipta sistem yang diinginkan. Identifikasi kebutuhan perancangan sistem dapat dideskripsikan sebagai berikut:

- a. Raspberry Pi 4 berfungsi sebagai otak utama dalam sistem untuk mengintegrasikan sensor, kamera, serta mengoordinasikan perangkat *Internet of Things* (IoT) untuk pengiriman data ke pusat kontrol pelabuhan
- b. Sensor jarak berfungsi untuk memberikan data numerik sebagai akurasi pemantauan secara *real-time* pada petugas pelabuhan. Sensor jarak juga berfungsi untuk mengukur dan memberikan peringatan dini pada saat proses sandar kapal di pelabuhan.
- c. Camera Modul V2 berfungsi sebagai alat sistem streaming visual yang memberikan data visual untuk memantau secara *real-time* pada saat proses sandar kapal pada pelabuhan.
- d. Modul WiFi yang terintegrasi dengan Raspberry Pi berfungsi sebagai penghubung utama sistem streaming yang dapat mendukung komunikasi secara *real-time* pada saat proses sandar kapal di pelabuhan.
- e. Raspberry Pi 4 dan Camera V2 yang saling berintegrasi memiliki fungsi

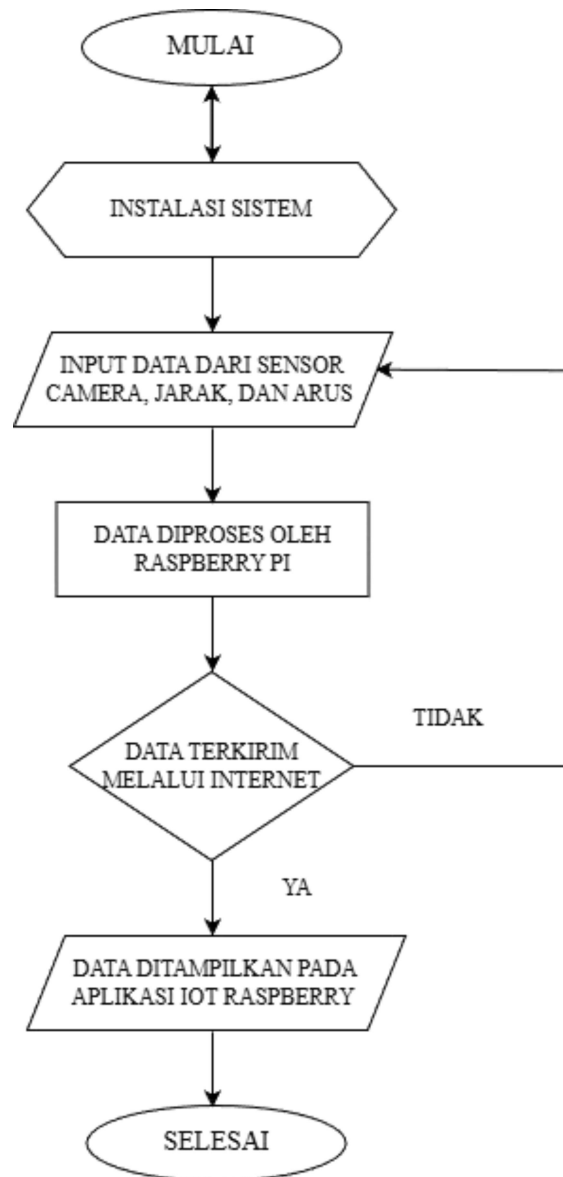
sebagai pemantauan visual secara *real-time* pada saat proses sandar kapal di pelabuhan.

2. Flowchart

Flowchart atau diagram alir pada uji coba alat menggambarkan urutan atau langkah-langkah kegiatan dalam uji coba alat yang disusun dengan teratur dan ditampilkan dalam bentuk diagram atau *flowchart*. Bagi peneliti, *flowchart* atau diagram alir mirip dengan peta jalan yang menunjukkan langkah-langkah apa yang harus dilakukan sejak awal hingga akhir penelitian.

Umumnya *flowchart* dimulai dengan *start* atau mulai untuk menunjukkan titik awal dari proses sistem akan berjalan, memasukan data (*input* atau *output*), proses (menghitung, menyimpan, dan mengubah data), percabangan (*decision*), arah panah (*arrow*) untuk menunjukkan alur proses, dan *end* atau selesai untuk menunjukkan akhir dari *flowchart*. Adanya *flowchart*, proses penelitian pada uji coba alat menjadi lebih mudah dipahami dan dijalankan karena setiap tahapannya tergambar dengan jelas dan teratur.

Flowchart atau diagram alir membantu tidak hanya para peneliti, tetapi juga memudahkan pembaca atau pihak lain dalam memahami langkah-langkah dalam proses uji coba alat. Jadi, dapat dikatakan bahwa *flowchart* memiliki peran yang penting dalam menjaga alur penelitian untuk uji coba alat tetap terarah dan efisien.



Gambar 3.3 Flowchart

(Sumber: Dokumentasi Peneliti)

Pada gambar *flowchart* di atas menggambarkan mengenai alur uji coba alat peneliti tentang implementasi sistem streaming sebagai upaya pemantauan dan penunjang keselamatan proses sandar kapal pada pelabuhan pintar.

Proses dimulai ketika sistem diaktifkan, kemudian instalasi sistem

sebagai pondasi fungsi pemantauan seluruh komponen sistem sensor jarak, arus, kamera, dan data yang diproses oleh Raspberry Pi akan dipasang dan dikonfigurasi. Selanjutnya data diinput dari sensor jarak, arus, dan kamera untuk mengetahui kondisi dan menangkap visual *real-time* di sekitar pelabuhan pada saat pemantauan keselamatan proses sandar kapal. Setelah itu, semua data yang masuk dikirim ke Raspberry Pi yang memproses dan mengatur data sebelum dikirim ke platform pemantauan, kemudian data akan dikirim melalui jaringan internet dan sistem akan melanjutkan ke tahap selanjutnya yang berarti YA, jika sistem mengalami percobaan kembali mengirimkan data maka berarti TIDAK dapat dilihat pada panah yang kembali ke atas. Langkah selanjutnya, setelah data berhasil terkirim dan dapat ditampilkan melalui Aplikasi *IoT* Raspberry yang menjadi pemantauannya, maka operator pelabuhan dapat melihat kondisi *real-time* di sekitar pelabuhan. Setelah siklus pemantauan selesai semua data ditampilkan dan sistem tetap berjalan untuk memastikan pemantauan dan keselamatan pada saat proses sandar kapal di pelabuhan.

Berdasarkan deskripsi di atas, implementasi sistem streaming berbasis *Internet of Things* (IoT) pada pelabuhan pintar dengan memanfaatkan Raspberry Pi, sensor, dan Platform Aplikasi *IoT* Raspberry dapat memantau secara *real-time* pemantauan sandar kapal, memberikan informasi visual dan teknis secara akurat dan tepat pada operator sehingga dapat menjadi alat bantu dalam meningkatkan keselamatan, efektif, dan responsivitas di pelabuhan pintar.

C. Rencana Pengujian

1. Waktu dan Tempat

Waktu dan tempat penelitian ini akan dilaksanakan oleh penulis semester VII untuk merancang projek dan mengambil data penelitian. Tempat penelitian yang akan dijadikan sebagai rencana pengujian tentang “Implementasi Sistem Streaming Sebagai Upaya Pemantauan dan Penunjang Keselamatan Proses Sandar Kapal Pada Pelabuhan Pintar” akan dilaksanakan di kampus Politeknik Pelayaran Surabaya.

2. Pengujian Alat

a. Uji Statis

Pada penelitian, uji statis merupakan pengujian yang dilakukan untuk menilai apakah produk tersebut layak, sesuai prosedur, strukturnya, tampilannya, dan fungsionalitasnya secara teoritis. Pemeriksaan ini dilakukan dengan melakukan uji coba terhadap setiap bagian perangkat berdasarkan ciri khas dan fungsi dari setiap komponen. Pemeriksaan ini dilaksanakan untuk mengetahui apakah setiap bagian alat beroperasi dengan optimal. Pada pengujian statis ini, peneliti melakukan pengujian terhadap setiap komponen pendukung yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Raspberry Pi 4 berfungsi sebagai otak utama dalam sistem untuk mengintegrasikan sensor, kamera, serta mengoordinasikan perangkat *Internet of Things* (IoT) untuk pengiriman data ke pusat kontrol pelabuhan
- 2) Sensor jarak berfungsi untuk memberikan data numerik sebagai akurasi pemantauan secara *real-time* pada petugas pelabuhan.

Sensor jarak juga berfungsi untuk mengukur dan memberikan peringatan dini pada saat proses sandar kapal di pelabuhan.

- 3) Camera Modul V2 berfungsi sebagai alat sistem streaming visual yang memberikan data visual untuk memantau secara *real-time* pada saat proses sandar kapal pada pelabuhan.
- 4) Modul WiFi yang terintegrasi dengan Raspberry Pi berfungsi sebagai penghubung utama sistem streaming yang dapat mendukung komunikasi secara *real-time* pada saat proses sandar kapal di pelabuhan.
- 5) Raspberry Pi 4 dan Camera V2 yang saling berintegrasi memiliki fungsi sebagai pemantauan visual secara *real-time* pada saat proses sandar kapal di pelabuhan

b. Uji Dinamis

Pada penelitian, uji dinamis berfokus pengujian pada penggunaan nyata atau simulasi menggunakan produk atau *prototype* dan bagaimana produk bekerja secara nyata. Pemeriksaan ini akan dilakukan di lingkungan kampus Politeknik Pelayaran Surabaya. Pengujian ini akan mengevaluasi kinerja dari alat yang telah dibuat dan hasil pengukuran akan dicatat dalam tabel.

