

KARYA ILMIAH TERAPAN
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MUATAN
BATU BARA MENGGUNAKAN DATA LOGGER BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP32 PADA KAPAL BULK CARRIER



BAYU SETIONO
NIT 08 20 005 107

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

KARYA ILMIAH TERAPAN
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MUATAN
BATU BARA MENGGUNAKAN DATA LOGGER BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP32 PADA KAPAL BULK CARRIER



BAYU SETIONO
NIT 08 20 005 107

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : BAYU SETIONO

Nomor Induk Taruna : 08.20.005.107

Program Diklat : Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MUATAN BATU BARA
MENGUNAKAN DATA LOGGER BERBASIS MIKROKONTROLER
ESP32 PADA KAPAL BULK CARRIER**

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

SURABAYA, 22 MEI 2025



BAYU SETIONO

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN

**Judul : RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MUATAN
BATUBARA MENGGUNAKAN DATA LOGGER BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP32 PADA KAPAL BULK
CARRIER**

Nama Taruna : BAYU SETIONO

NIT. : 0820005107

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Surabaya, 11 FEBRUARI 2025

Menyetujui :

Pembimbing I

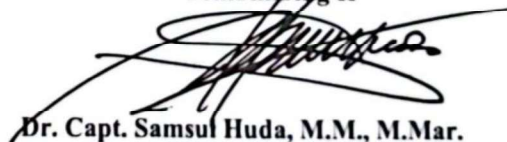


SONHAJI, ST., MT.

X

NIP. 197707132023211004

Pembimbing II



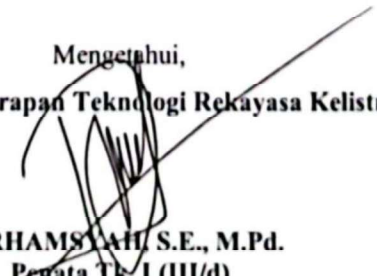
Dr. Capt. Samsul Huda, M.M., M.Mar.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197212281998031001

Mengetahui,

Ketua Prodi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



DIRHAMSAHI, S.E., M.Pd.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197504302002121002

PENGESAHAN SEMINAR HASIL KARYA TULIS ILMIAH

PENGESAHAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING MUATAN BATU BARA MENGGUNAKAN DATA LOGGER BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 PADA KAPAL BULK CARRIER

Disusun dan Diajukan Oleh :

BAYU SETIONO
NIT.08.20.005.1.07
D-IV TRKK

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal 18 FEBRUARI 2025

Menyetujui :

Penguji I


EDI KURNIAWAN, SST, MT.
Penata (III/c)
NIP. 198312022019021001

Penguji II


ST. HARIATI B., S.Pd., M.Hum.
X
NIP. 198905162023212052

Penguji III


SONAJI, ST., MT.
X
NIP. 197707132023211004

Mengetahui :

Ketua Prodi Teknologi Rekayasa
Kelistrikan Kapal


DIRHAMSWATI, S.E., M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197504302002121002

ABSTRAK

BAYU SETIONO, 2024. NIT 0820005107, “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Muatan Batu Bara Menggunakan Data *Logger* Berbasis Mikrokontroller ESP32 Pada Kapal *Bulk Carrier*” Di bimbing oleh Bapak Sonhaji, S.T., M.T selaku pembimbing I dan Bapak Capt. Samsul Huda, M.M., M. Mar selaku pembimbing II.

Conveyor adalah suatu alat dengan karet pita besar yang tersusun melintang antara dua *pulley* dengan kecepatan konstan sebagai pengangkut material padat dalam hal ini batu bara dengan ketentuan jumlah yang diijinkan. Kerusakan pada alat *conveyor* sangat berdampak besar dalam kelancaran suatu proses bongkar muat batu bara, maka dirancanglah alat monitoring batu bara dengan menggunakan *data logger* berbasis mikrokontroler ESP32. Tujuan penelitian ini adalah dapat mengetahui cara merancang alat monitoring muatan batu bara berbasis *data logger* dengan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) tipe ADDIE. Menggunakan jenis pengujian yaitu : statis dan dinamis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring muatan berbasis *load cell* dan mikrokontroler ESP32 memiliki tingkat akurasi tinggi dengan deviasi pembacaan kurang dari 2% terhadap berat aktual. Sistem juga dinilai cukup efektif karena mampu mendeteksi beban, mengatur sudut bukaan palka, dan mengirim data ke *Google Spreadsheet* secara *real-time* tanpa gangguan. Kemampuan sistem dalam menyesuaikan respon terhadap variasi beban menunjukkan bahwa prototipe bekerja stabil, adaptif, dan sesuai dengan tujuan perancangan.

Kata Kunci : *Conveyor*, Efektivitas, Bongkar Muat

ABSTRACT

BAYU SETIONO, 2024. NIT 0820005107, “*Design and Construction of a Coal Load Monitoring System Using an ESP32 Microcontroller-Based Data Logger on a Bulk Carrier Ship*” Supervised by Mr. Sonhaji, S.T., M.T as Supervisor I and Mr. Capt. Samsul Huda, M.M., M. Mar as Supervisor II.

A conveyor is a tool with a large rubber band arranged transversely between two pulleys at a constant speed as a transporter of solid material in this case coal with the provisions of the permitted amount. Damage to the conveyor tool has a major impact on the smooth running of a coal loading and unloading process, so a coal monitoring tool was designed using an ESP32 microcontroller-based data logger. The purpose of this study is to find out how to design a coal load monitoring tool based on a data logger using the Research and Development (R&D) method type ADDIE. Using the following types of testing: static and dynamic.

The research results show that the load monitoring system based on a load cell and ESP32 microcontroller demonstrates high accuracy, with a reading deviation of less than 2% from the actual weight. The system is also considered effective, as it can detect loads, adjust the hatch door angle, and transmit data to Google Spreadsheet in real-time without disruptions. Its ability to adapt to varying loads indicates that the prototype operates stably, responsively, and in accordance with the design objectives.

Keywords: Conveyor, Effectiveness, Loading and Unloading

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayahnya saya dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini dengan tepat waktu.

Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu serta memberikan arahan, bimbingan, petunjuk dalam segala hal yang sangat berarti dan menunjang dalam penyelesaian penelitian ini. Perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua dan orang tersayang disekitar saya yang selalu memberikan dukungan baik doa, moral, dan material.
2. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya beserta jajarannya yang telah menyediakan fasilitas dan pelayanan, sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini.
3. Dosen pembimbing satu SONHAJI, ST., MT. yang penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penulisan proposal ini.
4. Dosen pembimbing dua Dr. Capt. SAMSUL HUDA, M.M., M.Mar. yang penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penulisan proposal ini.
5. Rekan-rekan taruna yang telah memberikan dorongan dan semangat sehingga penulisan karya ilmiah terapan ini dapat terselesaikan.

Saya sadar bahwa dalam penulisan Karya Ilmiah Terapan ini masih terdapat banyak kekurangan. Kekurangan tersebut tentunya dapat dijadikan peluang untuk meningkatkan penulisan selanjutnya.

Semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis pada khususnya.

SURABAYA, 22 MEI 2025

BAYU SETIONO

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN	iii
PENGESAHAN SEMINAR HASIL KARYA TULIS ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	3
C. BATASAN MASALAH.....	4
D. TUJUAN PENELITIAN.....	4
E. MANFAAT PENELITIAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA.....	6
B. LANDASAN TEORI.....	9
C. KERANGKA BERPIKIR	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
A. PERANCANGAN SISTEM.....	24
B. MODEL PENELITIAN	25
C. RENCANA PENGUJIAN	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
A. HASIL PENELITIAN/ UJI COBA PRODUK	30
B. ANALISA DATA.....	42
C. KAJIAN PRODUK AKHIR	45
BAB V PENUTUP	48
A. KESIMPULAN.....	48
B. SARAN.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	51

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 ULASAN PENELITIAN SEBELUMNYA	6
TABEL 2.2 SPESIFIKASI ESP32	17
TABEL 4.1 PIN PERANCANGAN ALAT	33
TABEL 4.2 PENYAJIAN DATA	43
TABEL 4.3 HASIL ANALISIS DATA	44

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 <i>CONVEYOR</i>	13
GAMBAR 2.2 <i>LOAD CELL</i>	15
GAMBAR 2.3 HX711 MODUL	16
GAMBAR 2.4 ESP32	18
GAMBAR 2.5 MOTOR DC	19
GAMBAR 2.6 <i>MOTOR SERVO 360</i>	20
GAMBAR 2.7 <i>GOOGLE SPREADSHEET</i>	22
GAMBAR 2.8 KERANGKA BERPIKIR.....	23
GAMBAR 3.1 PENDEKATAN ADDIE (ADOPSI DARI SUGIYONO:2017)...	25
GAMBAR 4.2 BLOK DIAGRAM	31
GAMBAR 4.3 <i>WIRING DIAGRAM</i>	32
GAMBAR 4.4 <i>FLOWCHART SISTEM</i>	33
GAMBAR 4.5 PERAKITAN <i>HARDWARE</i>	35
GAMBAR 4.6 PEMROGRAMAN <i>SOFTWARE</i>	36
GAMBAR 4.7 PENGUJIAN MIKROKONTROLLER	37
GAMBAR 4.8 PENGUJIAN SENSOR <i>LOAD CELL</i>	38
GAMBAR 4.9 PENGUJIAN <i>SERVO 360</i>	39
GAMBAR 4.10 PENGUJIAN MOTOR DC	40
GAMBAR 4.11 PENGUJIAN DINAMIS	41

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Proses pemindahan muatan batu bara yang sering digunakan dalam dunia maritim salah satunya menggunakan sistem *conveyor*. Pada dasarnya, *conveyor* adalah suatu alat dengan karet pita besar yang tersusun melintang antara dua *pulley* dengan kecepatan konstan sebagai pengangkut material padat dalam hal ini batu bara dengan ketentuan jumlah yang diizinkan. Menurut Muhib Zainuri (2006) dalam industri modern, sistem bongkar muatan menggunakan *conveyor* merupakan salah satu teknologi umum yang digunakan untuk mengangkut barang dari satu tempat ke tempat lain.

Guna meningkatkan efektivitas dari sistem kerja bongkar muat batu bara menggunakan *conveyor*, maka perlu adanya pengawasan secara rutin dalam perawatan sistem *conveyor* itu sendiri. Pentingnya selalu menjaga kesiapan peralatan agar siap beroperasi tidak cukup hanya dilakukan pemeliharaan-pemeliharaan yang bersifat preventive saja, namun perlu adanya *backup* proteksi apabila terjadi kelebihan beban *flow* batu bara. Maka dari itu diperlukan suatu gagasan lain agar potensi kerusakan yang timbul dapat dicegah maupun dihilangkan, karena kerusakan peralatan angkut atau *conveyor* sangat berdampak besar dalam kelancaran suatu proses bongkar muat batu bara, yang tentunya sangat merugikan jika timbul akibat kerusakan pada *conveyor*.

Salah satu penyebab utama kerusakan pada sistem *conveyor* adalah beban muatan yang melebihi kapasitas yang dapat ditopang oleh komponen mekanis, seperti *pulley* dan *bearing*. Untuk mengantisipasi hal ini, diperlukan sistem yang mampu melakukan monitoring secara *real-time* terhadap berat muatan yang dibawa oleh *conveyor*, salah satunya dengan memanfaatkan *data logger*.

Permasalahan ini pernah peneliti alami secara langsung saat melaksanakan kegiatan Praktek Laut (PRALA) di kapal MV. Adhiguna Tarahan. Pada saat proses bongkar muatan batu bara di PLTU Suralaya, terjadi kerusakan pada bagian *bearing pulley conveyor*. Setelah dilakukan pengecekan, kerusakan tersebut disebabkan oleh beban muatan yang melebihi kapasitas, sehingga bearing tidak mampu menopang berat dari *pulley* yang terbebani secara berlebihan. Kejadian ini menunjukkan pentingnya penerapan sistem monitoring beban berbasis sensor, agar kondisi *overload* dapat dideteksi lebih awal dan tindakan pencegahan dapat segera dilakukan sebelum kerusakan terjadi.

Salah satu bentuk penanganan terhadap masalah *overload* pada *conveyor* adalah dengan mengurangi jumlah beban yang melewati sistem *conveyor* agar tidak melebihi kapasitas maksimal yang dapat ditopang oleh komponen mekanis, khususnya *pulley* dan *bearing*. Langkah ini dinilai efektif dalam mencegah kerusakan dini pada sistem *conveyor* dan menjaga keselamatan operasional. Namun, penerapan metode ini memiliki dampak terhadap efisiensi kerja, karena proses bongkar muat menjadi lebih lambat dibandingkan dengan kapasitas normal. Akibatnya, durasi operasi bongkar muat menjadi lebih lama,

yang pada gilirannya dapat menghambat jadwal operasional kapal secara keseluruhan. Penundaan ini berpotensi menyebabkan keterlambatan keberangkatan kapal, meningkatnya biaya operasional, serta gangguan pada rantai distribusi logistik, terutama jika kapal terikat pada jadwal bongkar muat di pelabuhan berikutnya. Oleh karena itu, meskipun metode ini bersifat preventif terhadap kerusakan, tetap diperlukan solusi pendukung seperti sistem monitoring beban otomatis untuk menjaga keseimbangan antara keamanan peralatan dan efisiensi operasional kapal.

Untuk menunjang permasalahan diatas peneliti merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Muatan Batu Bara Menggunakan Data Logger Berbasis Mikrokontroler Esp32 Pada Kapal *Bulk Carrier*”. Sistem monitoring muatan batu bara berbasis *data logger* pada kapal *Bulk Carrier* diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional di atas kapal.

B. RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah yang diangkat penulis antara lain :

1. Bagaimana membuat sistem monitoring muatan batu bara berbasis *Data Logger* yang dapat diakses melalui jaringan internet?
2. Bagaimana memastikan pengukuran muatan batu bara yang akurat dan *real-time* menggunakan sistem monitoring berbasis *Data Logger*?

C. BATASAN MASALAH

Mengingat luasnya permasalahan, maka dalam pembahasan karya ilmiah ini penulis membatasinya dengan membahas hal berikut :

1. *Software* yang digunakan untuk menampilkan data adalah *Google Spreadsheet*.
2. Menggunakan *mikrokontroler* ESP32 sebagai perangkat pengolahan data.
3. Sensor yang digunakan dalam rancang bangun berikut menggunakan sensor *load cell* berfungsi untuk mendeteksi beban.
4. Hasil pembacaan beban berdasarkan nilai dari deteksi sensor yang ditampilkan dalam Laptop atau *Smartphone*.

D. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah di atas, tujuan penulisan KIT ini adalah :

1. Untuk mengetahui bagaimana perancangan dan pembuatan alat monitoring muatan batu bara berbasis *Data Logger* dan dapat di aplikasikan pada kapal.
2. Memastikan pengukuran muatan batu bara yang akurat dan *real-time* untuk menghindari kelebihan atau kekurangan muatan yang dapat mempengaruhi efisiensi operasional dan keamanan kapal.

E. MANFAAT PENELITIAN

Penulis memiliki harapan yang besar kepada para pembaca karya ilmiah terapan ini yang tentunya diharapkan dapat memberi manfaat yaitu :

1. Manfaat Secara Teoritis

Secara teoritis, untuk menambah wawasan dan pengetahuan kepada penulis dan pembaca hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ide dan referensi mengenai bagaimana “Rancang Bangun Sistem Monitoring Muatan Batu bara berbasis Data Logger pada kapal Bulk Carrier” guna mencegah kelebihan muatan dengan monitoring muatan tersebut.

2. Manfaat Secara Praktis

- a. Mengembangkan alat yang dapat mengurangi resiko terjadinya *overload* pada *conveyor* sehingga dapat diterapkan dalam dunia industri perkapalan.
- b. Sistem monitoring ini dapat membantu dalam mengoptimalkan proses pemuatan batu bara dengan memastikan bahwa muatan yang dimuat sesuai dengan kapasitas yang diinginkan. Hal ini akan mengurangi waktu pemuatan yang tidak efisien dan meningkatkan produktivitas kapal.
- c. Dengan berhasilnya sistem ini diterapkan pada kapal, maka resiko terjadinya kelebihan beban muatan pada *conveyor* dapat berkurang serta dapat mengoptimalisasi proses bongkar muat batu bara pada kapal jenis Bulk Carrier.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Dalam hal ini, *review* terhadap penelitian terdahulu sangat membantu dalam memahami hasil dan perbedaan dari penelitian- penelitian sebelumnya, agar tidak terdapat persamaan, maka peneliti dapat mengembangkan penelitian sebelumnya dan memperkaya bahan kajian yang akan diteliti. Oleh karena itu penulis sangat memerlukan informasi dari beberapa penelitian terdahulu, Di bawah ini adalah *review* penelitian sebelumnya yang digunakan dalam penelitian yang tercantum pada tabel :

Tabel 2.1 Ulasan Penelitian Sebelumnya

No	Nama	Judul	Hasil	Perbedaan
1	Muhammad Akbar Syahputra Skripsi Progam Studi Teknik Elektro 2023	RANCANG BANGUN MONITORING KEAMANAN DAN BERAT MUATAN PADA TRUK BERBASIS IoT	Jurnal ini membahas mengenai rancangan alat untuk monitoring keamanan dan berat muatan pada truk menggunakan IoT. Hal ini didasari oleh masalah pencurian dan kelebihan muatan yang sering terjadi pada truk saat mengangkut barang. Sistem yang dirancang menggunakan nodemcu sebagai microcontrolernya dan dilengkapi sensor loadcell untuk mengetahui berat muatan serta kamera webcam untuk memantau dan merekam potensi kejadian pencurian.	Berdasarkan penelitian yang pernah diangkat, dijelaskan bahwa pada penelitian sebelumnya menggunakan webcam sebagai metode monitoring keamanan dan berat muatan pada truk. Pada penelitian ini penulis menggunakan Laptop atau Smartphone sebagai alat monitoring berat muatan batu bara.

No	Nama	Judul	Hasil	Perbedaan
			Notifikasi berupa teks berisi berat muatan dan gambar hasil rekaman kamera dikirimkan secara real-time ke aplikasi telegram, sehingga sistem dapat dikategorikan sebagai IoT.	
2	Wana Abdul Ghoni Proyek Akhir-VE180626 Progam Studi Elektronika Industri ITS Surabaya (2019)	DATA LOGGING BERBASIS WIRELES MENGGUNAKAN ESP8266	Jurnal ini membahas tentang perancangan sistem DATA LOGGING BERBASIS WIRELESS MENGGUNAKAN ESP8266 yang bertujuan untuk mempermudah proses perhitungan dan pemantauan jumlah barang produksi secara otomatis. Sistem ini bekerja dengan menggunakan barcode scanner untuk memindai barcode pada barang, limit switch sebagai detektor pergerakan barang, dan modul ESP8266 untuk mengirim data ke server melalui jaringan WiFi. Data yang terkumpul nantinya akan ditampilkan di web server. Komponen-komponen utama yang digunakan antara lain Arduino Mega sebagai MCU untuk memproses data, barcode scanner XYL-901 untuk memindai barcode, modul ESP8266 untuk komunikasi nirkabel, serta motor DC untuk	Berdasarkan penelitian yang pernah diangkat, dijelaskan bahwa pada penelitian sebelumnya menggunakan ESP8266 sebagai mikrokontroler, pada penelitian ini penulis menggunakan ESP32 sebagai mikrokontrolernya.

No	Nama	Judul	Hasil	Perbedaan
			menggerakkan conveyor. Hasil pengujian menunjukkan sistem ini mampu menghitung dan memindai data barang dengan baik. Akan tetapi, kecepatan pembacaan barcode scanner masih relatif lambat untuk aplikasi industri yang memerlukan scanning massal.	
3	Sunata, Rino Teknik Informatika Universitas Buddhi Dharma (2020)	RANCANG BANGUN ALAT PENGHITUNG JUMLAH PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN MICROCONTROLLER LOAD CELL BERBASIS WEB SERVICE	Jurnal ini membahas tentang rancang bangun alat penghitung jumlah hasil produksi menggunakan sensor berat load cell dan mikrokontroler. Sistem ini dilengkapi fitur web service untuk memonitoring dan mencatat hasil penghitungan secara daring. Metode yang digunakan meliputi kalibrasi load cell, teknologi IoT, dan pengembangan web service. Kalibrasi load cell dilakukan untuk menghasilkan rasio berat yang akurat. Hasil pengujian meliputi tampilan program, database, laporan produksi, wiring diagram, algoritma, dan prototype alat. Prototype berhasil menghitung dan mencatat hasil produksi otomatis ke web service.	Berdasarkan penelitian yang pernah diangkat, dijelskan bahwa pada penelitian sebelumnya menggunakan web service sebagai output dari prototype penelitian tersebut, sedangkan pada penelitian ini penulis menggunakan Google Spreadsheet sebagai output dari hasil penelitian ini.

Ketiga penelitian tersebut memiliki kesamaan dalam hal pemanfaatan mikrokontroler dan sensor untuk melakukan proses monitoring serta pencatatan data secara otomatis. Seluruhnya menggunakan sensor *load cell* sebagai alat utama untuk mendeteksi berat atau jumlah muatan. Sistem monitoring yang digunakan juga berbasis nirkabel (IoT), memungkinkan akses data secara *real-time* melalui jaringan Wi-Fi atau web service. Perbedaannya terletak pada jenis mikrokontroler yang digunakan, di mana penelitian pertama menggunakan NodeMCU, penelitian kedua menggunakan ESP8266, sementara penelitian ketiga lebih menekankan pada pemanfaatan *web service* tanpa menyebutkan secara rinci jenis mikrokontrolernya. Selain itu, hanya penelitian pertama yang dilengkapi dengan kamera *webcam* untuk pemantauan visual secara langsung, sedangkan dua penelitian lainnya fokus pada sistem pencatatan dan pemantauan data digital.

B. LANDASAN TEORI

1. Rancang Bangun

Rancang bangun sangat berkaitan dengan perancangan sistem yang merupakan menciptakan dan membuat suatu aplikasi ataupun satu kesatuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi yang belum ada pada suatu instansi atau objek tersebut (Andri Syahputra, 2022). Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), kata “rancang” merupakan kata dasar dari “merancang” yang berarti mengatur segala suatu (sebelum bertindak, mengerjakan, atau melakukan sesuatu) atau merencanakan.

2. Batu bara

Batu bara adalah bahan bakar hydro-karbon padat yang terbentuk dari tumbuh-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh temperatur serta tekanan yang berlangsung sangat lama (Achmad Prijono, dkk 1992). Ada dua teori utama:

a. Teori In Situ

Menurut teori ini, batubara terbentuk dari tumbuhan yang mati dan membusuk di tempat tumbuhnya, biasanya di rawa-rawa. Proses pelapukan dan pengendapan berlangsung tanpa banyak transportasi material, sehingga menghasilkan lapisan batubara yang relatif murni.

b. Teori Drift (Transportasi)

Teori ini menyatakan bahwa material tumbuhan terbawa oleh air atau angin ke tempat lain sebelum mengendap dan kemudian menjadi batubara. Endapan batubara menurut teori ini biasanya tercampur dengan material lain seperti pasir dan lumpur.

Proses Pembentukan Batubara (*Coalification*):

- *Peat* (Gambut) – tahap awal, bahan tumbuhan mulai membusuk.
- *Lignite* (Batubara muda) – tekanan dan suhu mulai membentuk karbon.
- *Sub-bituminous & Bituminous* – kandungan karbon lebih tinggi.
- *Anthracite* – batubara dengan kadar karbon paling tinggi dan nilai kalor tertinggi.

3. Monitoring

Monitoring adalah proses pengamatan secara terus-menerus terhadap pelaksanaan suatu kegiatan untuk memastikan bahwa kegiatan tersebut berjalan sesuai dengan rencana dan tujuan yang telah ditetapkan. (Handoko, 2000). Saat ini, kegiatan monitoring banyak didukung oleh perangkat mikrokontroler yang terhubung dengan berbagai jenis sensor serta dilengkapi teknologi komunikasi seperti *Wi-Fi* atau *Bluetooth*. Hal ini memungkinkan data dari sensor dapat dikirim secara langsung ke perangkat pengguna, seperti komputer, ponsel pintar, atau ke sistem berbasis *cloud*. Pendekatan ini selaras dengan konsep *Internet of Things* (IoT), yaitu keterhubungan antara perangkat fisik melalui jaringan internet untuk saling bertukar data secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung.

Monitoring bertujuan untuk mendeteksi lebih awal jika terjadi perubahan dari kondisi normal, memberikan informasi secara cepat, dan memungkinkan dilakukan tindakan perbaikan segera. Dalam penerapannya pada bidang transportasi dan logistik, monitoring sering digunakan untuk mengawasi kondisi kendaraan, berat muatan, atau lokasi secara terus-menerus guna meningkatkan efektivitas operasional serta mendukung keputusan yang berbasis data.

4. Data Logger

Data logger adalah alat elektronik yang digunakan untuk merekam data secara otomatis dalam jangka waktu tertentu, yang biasanya terhubung dengan sensor untuk mengukur parameter fisik seperti suhu,

kelembaban, tekanan, dan sebagainya. (Sugeng Riyadi, 2009). Pada sistem monitoring saat ini, *data logger* umumnya terintegrasi dengan mikrokontroler serta modul komunikasi nirkabel seperti *Wi-Fi*, *Bluetooth*, atau *GSM*. Integrasi ini memungkinkan proses pencatatan dan pengiriman data berlangsung secara otomatis dan *real-time*. Konsep ini sangat berkaitan dengan *Internet of Things* (IoT), di mana perangkat-perangkat saling terhubung dan dapat mentransfer data ke server atau platform *cloud* tanpa keterlibatan langsung dari pengguna.

Salah satu keunggulan utama dari *data logger* adalah kemampuannya untuk merekam data secara berkelanjutan dan stabil, bahkan di lingkungan yang sulit dijangkau atau tanpa pengawasan manusia. Fitur ini sangat berguna dalam berbagai bidang, seperti pemantauan lingkungan, industri produksi, sektor transportasi, maupun logistik. Dalam aplikasi monitoring muatan, *data logger* memiliki peran penting dalam mendokumentasikan data berat secara berkala, sehingga mendukung proses analisis, pelaporan, dan pengambilan keputusan yang didasarkan pada data yang akurat.

5. *Conveyor*

Conveyor adalah alat transportasi mekanik yang digunakan dalam proses industri untuk mengangkut barang atau bahan dari satu titik ke titik lain secara otomatis. *Conveyor* sering digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam lini produksi dengan mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan untuk pemindahan material (R. K. Gupta dan S. K. Gupta, 2016). Prinsip kerja *conveyor* relatif sederhana barang atau

bahan ditempatkan di atas sabuk atau platform *conveyor*. Motor kemudian menggerakkan sabuk atau elemen-elemen lainnya, yang pada gilirannya memindahkan barang atau bahan dari satu titik ke titik lain. *Conveyor* dapat dirancang untuk bergerak secara horizontal, vertikal, atau bahkan melintasi rute berbelok, tergantung pada kebutuhan spesifik dari aplikasi tersebut.



Gambar 2.1 *Conveyor*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

6. *Load cell*

Load cell adalah alat pengukur beban atau gaya yang berfungsi dengan mengubah gaya mekanik yang diterima menjadi sinyal listrik. Biasanya, sensor ini menggunakan strain gauge yang melekat pada elemen elastis untuk mengukur deformasi yang terjadi akibat beban, yang kemudian dikonversi menjadi sinyal yang dapat dianalisis (William B.

Colson, 2009). Pada berbagai aplikasi modern, *load cell* banyak dimanfaatkan dalam sistem penimbangan digital dan pemantauan berat, khususnya dalam bidang manufaktur, logistik, pertanian, dan transportasi. Terdapat beberapa jenis *load cell*, seperti *strain gauge*, *hidrolik*, dan *pneumatik*, namun yang paling umum digunakan dalam sistem berbasis mikrokontroler adalah *strain gauge load cell*, karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan mudah diintegrasikan dengan rangkaian elektronik.

Sinyal keluaran dari *load cell* berupa tegangan listrik yang sangat kecil, sehingga diperlukan modul penguat sinyal seperti *HX711* untuk memperkuat sinyal agar dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti Arduino, ESP32, atau NodeMCU. Kombinasi ini memungkinkan sistem untuk mengolah dan menampilkan hasil pengukuran berat secara langsung, serta mengirimkannya ke perangkat pemantau atau penyimpanan data.

Dalam sistem monitoring berat atau muatan, *load cell* berfungsi sebagai komponen kunci yang menyediakan hasil pengukuran secara akurat, cepat, dan stabil. Pada sistem berbasis *Internet of Things* (IoT), *load cell* menjadi elemen utama yang mendukung otomatisasi dalam pengambilan data berat dan pengiriman informasi secara terintegrasi melalui jaringan.



Gambar 2.2 *Load cell*

Sumber : https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRfHVQUgwqIAp7_Wiz6LFAV-wR-UIEHysmlRg&s

7. HX711 Modul

HX711 adalah modul timbangan yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada.

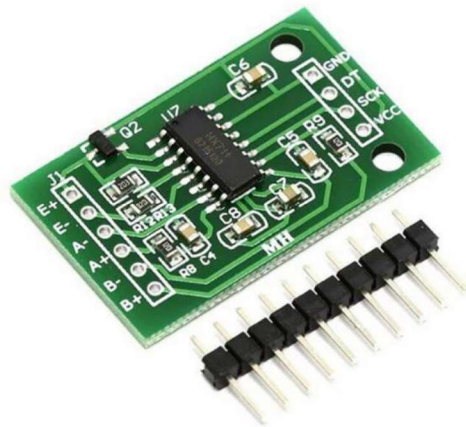
Spesifikasi Umum HX711:

- Input analog: Dua kanal diferensial (Channel A dan B)
- Resolusi ADC: 24-bit
- Tegangan operasi: 2.6V – 5.5V
- Konsumsi daya: Sangat rendah (ideal untuk aplikasi baterai)
- Kecepatan sampling: 10 Hz atau 80 Hz (dapat diatur)

HX711 memiliki beberapa keunggulan, antara lain konsumsi daya yang efisien, bentuk yang ringkas, harga yang relatif murah, serta kemampuan untuk memberikan hasil pengukuran yang akurat dan stabil. Karena karakteristik tersebut, modul ini banyak dimanfaatkan dalam

berbagai sistem penimbangan digital, perangkat monitoring berat otomatis, dan aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang membutuhkan pencatatan berat secara langsung dan berkelanjutan.

Modul HX711 juga sangat mudah didapatkan, baik di toko komponen elektronik fisik maupun melalui platform belanja daring. Beberapa *e-commerce* yang umum menyediakan modul ini meliputi Tokopedia, Shopee, Bukalapak, serta marketplace internasional seperti AliExpress dan Amazon. Modul ini biasanya tersedia dalam bentuk satuan maupun dalam paket bersama *load cell*, tergantung pada kebutuhan pengguna atau proyek yang sedang dikembangkan.



Gambar 2.3 *HX711 Modul*

Sumber : <https://store.arrowdot.io/wp-content/uploads/2021/09/HX711-Module-Load-Cell.jpg>

8. ESP32

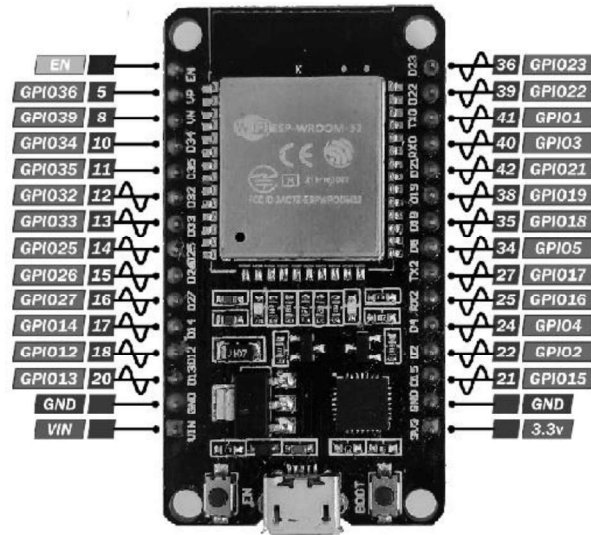
ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems. Ini merupakan versi lanjutan dari ESP8266, menawarkan lebih banyak fitur, seperti konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi,

dan performa yang lebih tinggi. ESP32 sangat cocok untuk aplikasi IoT dan perangkat pintar karena memiliki berbagai fitur seperti CPU dual-core, berbagai antarmuka komunikasi, dan efisiensi daya yang baik (Rui Santos dan Sara Santos, 2018). ESP32 memiliki spesifikasi seperti yang ditampilkan pada **tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Spesifikasi ESP32

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3	Kecepatan prosesor	Dual 160MHz
4	RAM	520K
5	GPIO	34
6	ADC	7
7	Dukungan 802.11	11 b/g/n/e/i
8	Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy)
9	SPI	3
10	I2C	2
11	UART	3

Jika dilihat dari spesifikasi pada tabel maka mikrokontroler ESP32 dapat dijadikan pilihan untuk digunakan pada alat peraga interface mikrokontroler karena mikrokontroler ini memiliki interface yang lengkap, juga memiliki WiFi yang sudah tertanam pada mikrokontroler sehingga tepat untuk digunakan pada alat peraga atau trainer Internet of Things. Pada gambar 1 merupakan pin out dari GPIO pada ESP Motor DC.



Gambar 2.4 ESP32

Sumber : <https://www.elprocus.com/wp-content/uploads/ESP32-Pin-Configuration.jpg>

9. Motor DC

Motor DC adalah suatu motor yang mengubah energi listrik searah menjadi mekanis yang berupa tenaga penggerak torsi. *Motor DC* digunakan dimana kontrol kecepatan dan kecepatan torsi diperlukan untuk memenuhi kebutuhan. Bagian DC yang paling penting adalah *rotor* dan *stator*. Bagian *stator* adalah badan motor, sikat-sikat dan inti kutub magnet. Bagian *rotor* adalah bagian yang berputar dari suatu motor DC. Yang termasuk *rotor* ialah lilitan jangkar, *komutator*, tali, *isolator*, poros, bantalan dan kipas. Jenis motor dc yang dipergunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Motor DC

Sumber : <https://automationindo.com/wp-content/uploads/2024/03/Motor-DC.jpeg>

Motor DC banyak dipergunakan karena torsi tinggi dengan rating tegangan input yang rendah yaitu 12 VDC dan dimensi motor yang relatif sederhana dilengkapi dengan *interval gearbox* sehingga memudahkan untuk instalasi mekanik. Prinsip kerja motor DC power window mempunyai bagian *stator* yang berupa magnet permanen dan bagian yang bergerak *rotor* yang berupa koil atau gulungan kawat tembaga. Dimana setiap ujungnya tersambung dengan komutator ini dihubungkan dengan kutub positive (+) dan kutub negative (-) dari catu daya. Motor DC memiliki 2 bagian dasar :

- a. Bagian yang tetap atau *stasioner* yang disebut *stator*. *Stator* ini menghasilkan medan magnet baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
- b. Bagian yang berputar disebut *rotor*. *Rotor* ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.

Gaya elektromagnetik pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis-garis gaya

magnet mengalir diantara dua kutub magnet dari kutub utara ke kutub selatan. Menurut hukum gaya *Lourentz*, arus yang mengalir pada penghantar yang terletak dalam medan magnet akan menimbulkan gaya . Gaya (F), timbul tergantung pada arah arus (I), dan arah medan magnet (B).

10. *Servo 360*

Servo adalah motor listrik yang digunakan dalam sistem pengendali umpan balik (feedback) untuk mengatur posisi, kecepatan, atau percepatan. Motor ini bekerja dengan cara mengatur sinyal kontrol yang diterima dari sistem kontrol untuk menghasilkan gerakan yang diinginkan (Ogata 2010).

Servo 360 derajat adalah motor servo yang dapat berputar terus-menerus, atau disebut juga motor servo putaran kontinu. Servo ini dapat mengontrol arah putaran dan kecepatannya.



Gambar 2.6 *Motor Servo 360*

Sumber : <https://a.pololu-files.com/picture/0J8172.600x480.jpg?6778e46868247d05e0e89512eb51b9a6>

11. *Google Spreadsheet*

Google Spreadsheet merupakan aplikasi pengolah data berbasis web yang disediakan oleh Google sebagai bagian dari layanan Google Workspace (sebelumnya dikenal sebagai G Suite). Aplikasi ini memiliki fungsi serupa dengan spreadsheet tradisional seperti Microsoft Excel, namun dilengkapi dengan keunggulan utama berupa kemudahan akses secara daring serta kemampuan kolaborasi waktu nyata (*real-time*). Pengguna dapat menyusun, mengedit, dan membagikan dokumen *spreadsheet* langsung melalui peramban tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan.

Aplikasi ini mendukung berbagai fitur seperti pengolahan data numerik, penggunaan fungsi dan rumus matematika, pembuatan grafik, serta impor dan ekspor file dalam format seperti .xls, .csv, atau .pdf. Selain itu, *Google Spreadsheet* mendukung penggunaan *Google Apps Script*, yang memungkinkan pengguna menambahkan fungsi khusus dan mengintegrasikan spreadsheet dengan layanan eksternal seperti API, basis data, maupun sistem berbasis IoT.

Dalam penerapan sistem monitoring dan *data logger*, *Google Spreadsheet* sering dimanfaatkan sebagai media penyimpanan dan tampilan data yang dikirim secara otomatis oleh perangkat mikrokontroler melalui koneksi internet. Dengan bantuan Google Sheets API dan protokol komunikasi seperti HTTP, perangkat seperti ESP32 dan NodeMCU dapat mengirimkan data sensor langsung ke spreadsheet. Hal ini menjadikan *Google Spreadsheet* sebagai solusi yang efisien, fleksibel, dan mudah

diakses untuk keperluan pencatatan serta analisis data secara *real-time* tanpa memerlukan server tambahan.



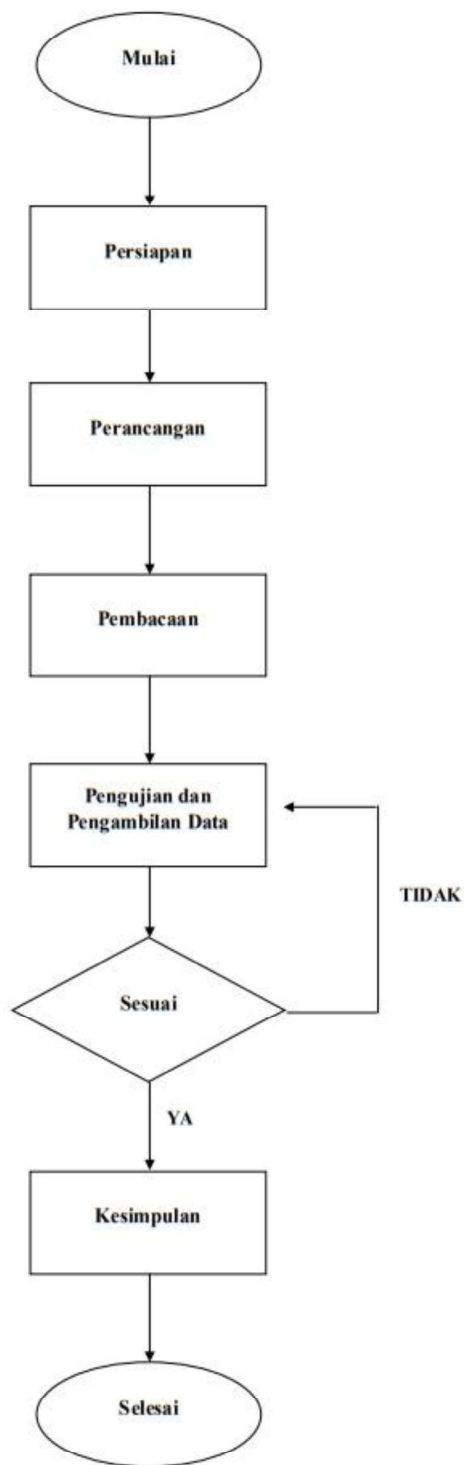
Google Sheets

Gambar 2.7 *Google Spreadsheet*

Sumber : [https://cdn1-production-images-kly.akamaized.net/q31s8ul4G1xRwDY4rszebB1Y0yk=/1200x900/smart/filters:quality\(75\):strip_icc\(\):format\(webp\)/kly-media-production/medias/3188908/original/060389200_1595559080-Illustrasi_Google_Sheet.jpg](https://cdn1-production-images-kly.akamaized.net/q31s8ul4G1xRwDY4rszebB1Y0yk=/1200x900/smart/filters:quality(75):strip_icc():format(webp)/kly-media-production/medias/3188908/original/060389200_1595559080-Illustrasi_Google_Sheet.jpg)

C. KERANGKA BERPIKIR

Kerangka befikir disusun guna menganalisa permasalahan yang dibahas dalam penelitian dan mempermudah dalam pemaparan secara lebih merinci oleh karena itu, diperlukan konsep algoritma rancang bangun penelitian ini. Algoritma rancang bangun merupakan tahap yang tersusun secara sistematis untuk menyusun dan menuntaskan suatu permasalahan yang ditulis mulai dari langkah pertama sampai terakhir. Penulis akan menyajikan algoritma penelitian dalam bentuk gambar berupa *flowchart*.



Gambar 2.8 Kerangka Berpikir
Sumber : Dokumentasi Pribadi

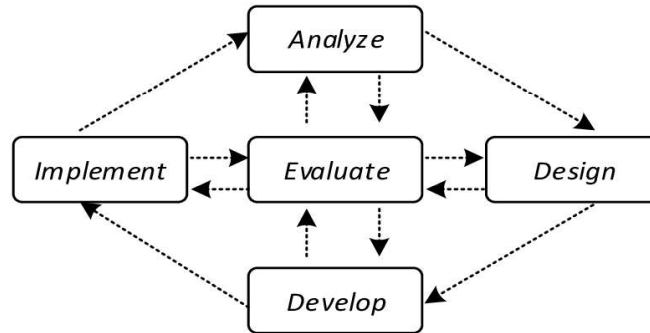
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. PERANCANGAN SISTEM

Penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) bertujuan untuk menghasilkan suatu produk yang memiliki nilai guna praktis. Produk ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti teknologi, pendidikan, maupun industri. Menurut Sugiyono (2017), metode penelitian pada dasarnya merupakan pendekatan ilmiah untuk memperoleh data yang memiliki tujuan dan manfaat tertentu. Tiga aspek penting dalam pendekatan ilmiah tersebut meliputi: bersifat rasional (berdasarkan logika), empiris (berdasarkan data nyata), dan sistematis (mengikuti prosedur atau tahapan yang terstruktur). Data yang diperoleh melalui proses penelitian harus valid dan digunakan untuk mencapai tujuan penelitian, baik dalam rangka menemukan, membuktikan, maupun mengembangkan suatu konsep atau produk (Sugiyono, 2017). Dalam konteks penelitian ini, pendekatan R&D digunakan karena fokus utama penelitian adalah mengembangkan sebuah sistem monitoring muatan batu bara berbasis *data logger* dengan mikrokontroler ESP32 pada kapal jenis bulk carrier. Tujuan dari pengembangan ini adalah menciptakan sistem pemantauan muatan yang efisien, *real-time*, dan akurat untuk mendukung operasional kapal. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model ADDIE, yang merupakan akronim dari *Analysis, Design, Development, Implementation*, dan *Evaluation*. Model ini dipilih karena prosedurnya yang sistematis dan sederhana, namun tetap mengakomodasi

semua tahap penting dalam proses pengembangan produk berbasis teknologi. Menurut Sugiyono (2017), ADDIE merupakan salah satu model pengembangan yang sesuai untuk penelitian berbasis R&D karena tahapannya dapat diterapkan dengan fleksibel sesuai kebutuhan proyek. Berikut bagan model pengembangan yang digunakan dalam model ADDIE :



Gambar 3.1 Pendekatan ADDIE (Adopsi dari Sugiyono:2017)

B. MODEL PENELITIAN

Model ADDIE digunakan sebagai pendekatan sistematis dalam merancang dan mengembangkan suatu proyek berbasis teknologi, karena memiliki tahapan yang terstruktur dan berorientasi pada hasil akhir yang fungsional (Purnamasari, 2019). Dalam penelitian ini, model ADDIE diterapkan untuk membangun sistem monitoring muatan batu bara berbasis data logger ESP32 pada kapal bulk carrier. Adapun tahapan model ADDIE dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Analisis (*Analysis*)

Tahap awal melibatkan identifikasi dan analisis kebutuhan sistem monitoring. Dalam konteks ini, peneliti menganalisis permasalahan utama yang dihadapi dalam proses pemantauan muatan batu bara di kapal, seperti kurangnya sistem pemantauan otomatis dan *real-time*. Analisis ini

mencakup studi literatur, observasi, dan identifikasi spesifikasi teknis sistem pemantauan yang dibutuhkan, yang menjadi dasar untuk merancang solusi berbasis ESP32.

2. Desain (*Design*)

Hasil dari tahap analisis digunakan sebagai pedoman untuk merancang arsitektur sistem. Desain ini mencakup alur kerja sistem monitoring, pemetaan kebutuhan perangkat keras seperti sensor beban, ESP32, dan modul penyimpanan data (*data logger*), serta pembuatan flowchart sistem. Peneliti juga menyusun skenario pengujian dan rancangan tampilan antarmuka, jika sistem nantinya dikembangkan lebih lanjut ke tahap visualisasi data.

3. Pengembangan (*Development*)

Tahap ini melibatkan proses perakitan dan pemrograman sistem monitoring. Berdasarkan hasil desain, peneliti mulai membangun prototipe sistem dengan mengintegrasikan sensor beban, ESP32, dan komponen penyimpanan data. Sistem diuji secara fungsional untuk memastikan bahwa data muatan dapat direkam dengan akurat. Tahapan ini menghasilkan perangkat siap uji coba yang siap diimplementasikan.

4. Implementasi (*Implementation*)

Sistem yang telah dikembangkan kemudian diuji coba secara langsung pada simulasi menggunakan prototype yang menyerupai sistem conveyor di kapal bulk carrier. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengevaluasi keandalan sistem dalam kondisi operasional serta mengumpulkan data penggunaan lapangan. Hasil implementasi akan memberikan gambaran

awal mengenai kelayakan dan efisiensi sistem.

5. Evaluasi (*Evaluation*)

Tujuan dari tahap evaluasi adalah untuk mengukur efektivitas produk. Evaluasi dilakukan setelah seluruh tahapan ADDIE telah dilaksanakan. Pada tahap terakhir ini, peneliti akan mendapatkan hasil evaluasi terhadap produk yang telah dibuat. Peneliti menggunakan *data logger* sebagai instrumen utama dalam tahap evaluasi untuk menilai kinerja alat monitoring muatan batu bara berbasis mikrokontroler ESP32. *Data logger* secara otomatis mencatat hasil pembacaan berat muatan dari sensor beban (*load cell*) dalam interval waktu tertentu selama proses pemuatan berlangsung. Data yang direkam meliputi waktu pencatatan (*timestamp*) dan berat muatan (dalam kilogram).

Melalui analisis data log ini, peneliti dapat:

- a) Menilai akurasi pembacaan sensor dengan membandingkannya terhadap data pembanding.
- b) Mengevaluasi stabilitas sistem berdasarkan konsistensi interval pencatatan.
- c) Mendeteksi adanya kondisi overload yang tercatat dalam log.
- d) Mengamati apakah fungsi alarm berjalan sesuai dengan kondisi aktual.

Hasil dari data log tersebut menjadi dasar dalam memberikan penilaian kuantitatif terhadap keandalan, akurasi, dan fungsionalitas sistem, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan kelayakan alat diterapkan di lingkungan operasional nyata seperti kapal *bulk carrier*.

C. RENCANA PENGUJIAN

Rencana pengujian merupakan konsep pengujian terhadap alat yang dibuat untuk mengetahui bagaimana cara kerja dan kemungkinan permasalahan yang terjadi pada alat. Rencana pengujian yang akan dilakukan pada alat ini yaitu menggunakan dua buah metode pengujian yaitu rencana pengujian statis dan pengujian dinamis.

1. Pengujian Statis

- a) Pengujian sensor *load cell*, diujikan dengan memberi beban pada sensor pada bak penampungan.
- b) Pengujian pada *mikrokontroler*, diujikan dengan memberi *power 12V* apakah *mikrokontroler* dapat beroperasi dengan baik.
- c) Pengujian motor dc diuji dengan memberikan daya listrik 12V apakah motor dapat berputar dengan baik.
- d) Pengujian aplikasi *Google Spreadsheet* dengan memastikan aplikasi berjalan dengan baik dilaptop maupun smartphone.

2. Pengujian Dinamis

Pengujian akan dilakukan dengan secara langsung oleh penulis, dengan menguji kinerja prototipe alat rancang bangun sistem monitoring batu bara menggunakan *data logger* dengan menguji keefektifan kinerja sistem monitoring dan dapat bekerja secara maksimal pada sistem ini. Pengujian akan dilakukan dengan beberapa langkah, diantaranya memberikan beban normal sejumlah 100 gram pada percobaan pertama, kemudian langkah kedua dengan memberikan beban sejumlah 80 gram dan pengujian terakhir memberikan beban pada sensor sejumlah 60 gram. Dari

pengujian tersebut akan mendapatkan data seperti beban yang melewati sensor dan waktu secara *real-time*, kemudian data tersebut ditampilkan pada *Google Spreadsheet*.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan teknologi yang ada pada kapal khususnya yang menggunakan *conveyor* sebagai alat bongkar-muat melalui pendekatan *Rancang Bangun Sistem Monitoring Beban Batu bara Menggunakan Data Logger* yang inovatif.