



Prototype Pendeteksi Beban Berlebih Untuk Keamanan Operasi Hydraulic Crane Di Kapal Penumpang

Ivana Wika Aprilia¹, Antonius Edy Kristiyono², Teguh Pribadi³,
Sonhaji⁴, Wulan Marlia Sandi⁵

¹⁻⁵ Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

Korespondensi penulis: ivanawika21@gmail.com

Abstract. *The safety and protection of the hydraulic crane is an important aspect that ensures the charging operation runs safely and efficiently, this study aims to provide protection against crane damage and minimize work accidents by providing overload detection sensors using loadcells and hx711 as the primary sensor in charging this device. This tool is a miniature crane that uses a servo motor and a DC motor as a replacement for the hydraulic on the crane. Where the same function, to move the arm of the crane and crane can rotate left, right, and up. The researchers used prototype methods to build and develop prototypes of cranes. To monitor this control system, use ESP32 as the transmitter and receiver of the joystick motion response. The received data will be processed and displayed on the LCD. Testing this device can detect how much load is lifted and detect if the load is over lifted, the device's operating system will lower the load again if overloaded.*

Keywords: *Esp32, Loadcell, HX711, Joystick, Crane*

Abstrak. Keamanan dan proteksi pada *hydraulic crane* adalah aspek kritis yang memastikan operasi angkat beban berjalan dengan aman dan efisien. penelitian ini bertujuan untuk memberikan proteksi terhadap kerusakan *crane* dan meminimalisir kecelakaan kerja dengan memberikan sensor pendeteksi beban berlebihan menggunakan *loadcell* dan *hx711* sebagai sensor utama dalam pengembangan alat ini. Alat ini merupakan sebuah miniatur *crane* menggunakan motor servo dan motor dc sebagai pengganti *hydraulic* pada *crane*. Dimana fungsinya sama, untuk menggerakkan lengan *crane* dan *crane* dapat berputar kearah kiri, kanan, dan atas. Peneliti ini menggunakan metode *prototype* untuk membuat dan mengembangkan *prototype crane* ini. Untuk perancangan sistem kontrol ini menggunakan ESP32 sebagai pengirim dan penerima respon dari Gerakan *joystick*. Data yang diterima akan diolah dan ditampilkan di LCD. Pengujian alat ini dapat mendeteksi berapa beban yang diangkat dan mendeteksi jika beban yang diangkat berlebihan, sistem kerja alat ini jika beban berlebihan akan menurunkan kembali beban tersebut. Sistem ini dapat berfungsi dengan baik karena dalam pengujian terdapat beban yang berlebihan dan otomatis mendeteksi beban tersebut sehingga *crane* menurunkan beban tersebut sebelum dipindahkan.

Kata Kunci: *Esp32, Loadcell, HX711, Joystick, Crane*

1. LATAR BELAKANG

Dalam era perkembangan teknologi sekarang, kita mungkin tidak menyadari betapa pentingnya *crane* untuk operasi pelayaran dan perdagangan laut selama ini. Jika tidak ada *crane* kapal, bongkar muat kargo akan sulit dan memakan waktu yang lama. *Crane* membantu awak kapal mengangkut barang berat dari dermaga ke kapal atau sebaliknya.

Mengidentifikasi potensi bahaya kecelakaan yang berkaitan dengan keselamatan *crane* di tempat kerja merupakan langkah penting bagi semua perusahaan ataupun kapal dimana *crane* digunakan. potensi bahaya yang terkait dengan *crane* dapat diidentifikasi dengan menemukan cara untuk menghilangkan bahaya tersebut, atau memberikan kompensasi mengurangi bahaya dengan cara tertentu. Beberapa bahaya yang harus dipertimbangkan dari peristiwa yang diakibatkan oleh *crane* yaitu bahaya listrik yang disebabkan ketidaksengajaan membentur saluran listrik, membebani *crane* secara berlebihan yang dapat mengakibatkan

terjungkal atau menjatuhkan beban, pergerakan *crane* juga dapat mengakibatkan terjepitnya seseorang yang tidak mengetahui *crane* bergerak.

Dalam beroperasi *crane* juga bagian yang integral dari berbagai industri seperti manufaktur, konstruksi, dan Pelabuhan. Penggunaan *crane* juga sangat penting dalam proses pemindahan mengangkat material berat. Namun, dalam keamanan operasi *crane* menjadi perhatian yang utama, mengingat resiko yang diakibatkan oleh beban berlebihan yang menjadi faktor penyebab utama kecelakaan serius, kerusakan peralatan, dan potensi bahaya bagi pekerja sekitarnya. Salah satu peristiwa yang mengakibatkan kecelakaan kerja disebabkan oleh beban berlebihan pada *crane* terjadi pada tanggal 30 Agustus 2021 di Dermaga 4, Pelabuhan Merak, Kota Cilegon, Banten, usai tali alat berat *crane* 3,5 ton terputus dan menewaskan seorang pekerja serta melukai dua lainnya yang diduga ada kelebihan muatan, dalam kasus ini yang menewaskan pegawai.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Prototype

Prototype adalah istilah yang sering digunakan dalam berbagai bidang, termasuk desain produk, pengembangan perangkat lunak, dan lainnya. Dalam artikel dari Binar Academy yang dipublikasikan pada website <https://www.binaracademy.com/blog/pengertian-prototype-dan-tujuannya>, *prototype* dapat diartikan sebagai contoh atau model awal yang diciptakan untuk melakukan uji coba konsep yang telah diperkenalkan sebelumnya. Tujuan utama dari *prototype* adalah untuk memahami apakah konsep tersebut dapat diimplementasikan dan sesuai dengan yang diharapkan, serta untuk mendeteksi kesalahan atau *error* sebelum produk akhir dikembangkan.

2.2 Hydraulic Crane

Hydraulic crane adalah alat berat yang menggunakan sistem hidrolik sebagai sumber tenaga untuk mengangkat dan memindahkan benda-benda berat. Sistem hidrolik sendiri bekerja berdasarkan prinsip dasar fisika, yaitu hukum Pascal, yang menyatakan bahwa perubahan tekanan pada fluida tertutup akan diteruskan secara seragam ke semua bagian fluida tersebut. Dengan memanfaatkan prinsip ini, Hidrolik *Crane* mampu mengangkat beban yang jauh lebih berat dibandingkan dengan ukuran fisiknya.” (PT. Karya Setia Jaya 2023. [Hidrolik Crane: Pengertian, Jenis-Jenis dan Fungsinya \(ksj.co.id\)](#), 04 Januari 2024)

2.3 Mikrokontroler ESP32

Dalam penelitian oleh Wag yana, A., & Rahmad (2019:240) menyatakan bahwa ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan WiFi 802.11 b/g/n,

Bluetooth versi 4.2, dan berbagai periferal. Chip ini menggunakan mikroprosesor 32 bit Xtensa LX6 dual-core. Ruang alamat untuk data dan instruksi adalah 4 GB dan ruang alamat periferal 512 kB. Memori terdiri atas 448 kB ROM, 520 kB SRAM, dua 8kB RTC memory, dan flash memory 4MB. Chip ini mempunyai 18 pin ADC (12-bit), empat SPI, dan dua I2C. Kelebihan utama mikrokontroler ini adalah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki adapter WiFi internal untuk mengakses jaringan Internet.

2.4 Servo Motor

Menurut Yuhan Fitria (2018:13) Motor servo merupakan sebuah akumulator putaran yang dilengkapi dengan sistem control umpan balik loop tertutup yang memungkinkan untuk diatur dalam menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* komponen pada motor servo terdiri dari motor DC, rangkaian kontrol, potensiometer, dan rangkaian *gear*. Servo motor adalah jenis motor listrik yang digunakan pada aplikasi robotika dan otomasi yang dirancang khusus untuk menggerakkan mekanisme kontrol sudut, kecepatan, dan akselerasi yang akurat. Cara kerja servo motor ini berulang-ulang dalam loop umpan balik sehingga motor tetap dalam posisi yang diinginkan dengan presisi tinggi dan respon cepat terhadap perintah. Servo motor ini memiliki kelebihan mudah dikendalikan dan sangat presisi, servo motor ini memiliki torsi yang besar dan dengan sudut yang dapat diatur tetapi harganya tergolong mahal dan berpotensi rusak jika beban terlalu berlebihan.

2.5 Motor Dc

Motor DC gearbox adalah sebuah sistem motor yang terdiri dari motor DC dan gearbox (roda gigi).

2.6 Modul HX711

Dalam penelitian oleh Ishaq, Azhar, Muhaimin (2019:15) HX711 adalah modul timbangan yang memiliki prinsip kerja mengkonversikan perubahan yang terukur dalam perubahan yang terukur dalam perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan menkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada.

2.7 Adaptor Power Supply 12 V

Power supply merupakan alat pemasok daya beban listrik yang dibutuhkan Arduino ESP32 dengan tegangan sekitar 12V. Arti dari catu daya yaitu suatu *rectifier filter* yang dapat mengubah tegangan AC menjadi DC murni. Tujuan utamanya adalah untuk menyediakan daya listrik ke sebuah atau lebih beban listrik yang memerlukan Tegangan DC. Terdapat berbagai macam rangkaian catu daya yang dibutuhkan sangat sederhana seperti penyearah,

transformator, kapasitor, induktor, dan resistor. *Power supply* juga dapat digunakan untuk sumber tegangan digital input PLC dan menyalakan sensor dengan tegangan DC.

2.8 LCD

Seperti yang dikemukakan Muhammad Fiqar dkk (2022:3), LCD merupakan perantara output paling sering dipakai untuk display atau tampilan pada aplikasi mikrokontroler.

2.9 Joystick

Ririn Effendi et al (2020:61-68) berpendapat bahwa *joystick* adalah alat masukan komputer yang berwujud tuas atau tongkat yang dapat bergerak ke segala arah, sedangkan game paddle biasanya berbentuk kotak atau persegi, terbuat dari plastik dilengkapi dengan tombol-tombol yang mengatur gerak suatu objek dalam komputer. Alat ini dapat mentransmisikan arah sebesar dua atau tiga dimensi ke komputer. Alat ini umumnya digunakan sebagai pelengkap untuk memainkan permainan video yang dilengkapi lebih dari satu tombol.

2.10 LoRa RA-02

Menurut Z Zamani Noor et al (2022:75) mengemukakan bahwa LORA RA02 biasanya digunakan dalam aplikasi *Internet of Things* (IoT), *smart city*, dan industri 4.0 untuk mentransfer data antara sensor, perangkat, dan gateway dalam jarak yang jauh dengan konsumsi daya yang rendah. Modul LoRa ini dapat diberikan ke alat yang dianggap perlu untuk komunikasi dengan alat lain. Implementasi LoRa pada alat ini sangat mudah, karena tidak memerlukan instalasi yang rumit.

2.11 Modul Step Up MT3608

Modul daya MT3608 adalah modul *converter step-up* (Boost) yang ditujukan untuk aplikasi kecil dan berdaya rendah. Modul ini memiliki kemampuan untuk mengatur tegangan keluaran hingga 28V dan mengalirkan arus keluaran maksimum 2A. Modul ini terdiri dari IC MT3608 yang hadir dalam sakelar Paket SOT23-6 6-Pin pada 1,2 Mhz yang memungkinkan penggunaan kapasitor dan induktor kecil yang menghasilkan modul peningkatan daya berukuran kompak. Components101.(27 Mei 2021). Components101. Diambil dari <https://components101.com/modules/mt3608-2a-dc-dc-step-up-power-module>

2.12 Driver motor L293

Driver motor L293D adalah sebuah IC motor driver yang dapat digunakan untuk mengendalikan dua motor DC secara bersamaan dalam arah yang berbeda. Berikut adalah beberapa fitur dan penggunaan L293D

2.13 Modul charger baterai TP405

Modul charger baterai TP405 adalah sebuah perangkat yang dirancang untuk mengisi baterai lithium-ion 18650 dengan keamanan dan efisiensi yang tinggi.

2.14 Soket *battery* 18650

Soket *battery* merupakan *case holder battery* 18650 dengan 1 slot. Soket ini digunakan untuk menghubungkan baterai ke perangkat dan memudahkan penggunaan dan pengawatan baterai 18650 dalam berbagai aplikasi seperti aplikasi pada perangkat elektronik, alat rumah tangga, dan lain-lain.

2.15 Soket Ic Dip 16

Soket IC DIP 12 merupakan tempat penahan IC (*Integrated Circuit*) yang memiliki 16 pin, soket ini digunakan untuk menghubungkan IC ke perangkat lainnya.

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang diterapkan dalam karya tulis ilmiah ini dengan metode *prototype*. Menurut Candra Novitasari (2020) dalam penelitian oleh Mardani dan Melda (2023) menyatakan bahwa metode *prototype* merupakan satu metode dalam pengembangan perangkat lunak, metode ini merupakan suatu paradigma baru dalam pembuatan / pengembangan perangkat lunak. dan juga salah satu metode Prototype merupakan suatu metode dalam pengembangan sistem yang menggunakan pendekatan untuk membuat sesuatu program dengan cepat dan bertahap sehingga segera dapat dievaluasi oleh pemakai.

Adapun tahapan-tahapannya sebagai berikut :



1. *Communication*.

Pada tahap ini penulis meminta Solusi terhadap dosen pembimbing untuk menentukan perancangan sistem untuk menentukan sensor atau komponen yang dibutuhkan dalam membuat *prototype*.

2. *Modeling Quick Plan*

Pada tahap ini penulis membuat sebuah *prototype* pendeteksi beban berlebih di crane yang bertujuan untuk meminimalisir kerusakan pada crane dengan membuat sistem *overload* jika beban berlebihan.

Tahapan ini penulis merancang model sistem atau alur kerja *protoype* dengan alat pengembangan seperti diagram blok, *flowchart* dan wiring diagram alat.

3. Construction of prototype

Tahapan ini menentukan apakah komponen, sensor atau alat tersebut berfungsi dengan baik atau tidak, dan mendapatkan hasil dari pengujian alat sesuai rancangan.

4. Deployment Delivery & Feedback

Dalam penelitian tentang *overload* beban pada *crane*, pengembangan dapat diterapkan dalam beberapa cara untuk meningkatkan kualitas dan keefektifan penulis. validasi terhadap alat oleh penguji ahli dapat membantu memastikan bahwa alat tersebut akurat, relevan dan mudah digunakan. Pada tahap ini *prototype* akan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil yang diperoleh pada tiap-tiap fase pengembangan diuraikan sebagai berikut:

1. Perancangan kebutuhan alat

Perancangan alat ini membutuhkan beberapa komponen untuk pengujian, berikut identifikasi yang dibutuhkan

a. Identifikasi kebutuhan *hardware*

No.	<u>Komponen</u>	<u>Jumlah</u>	<u>Kebutuhan</u>
1.	ESP32	2	<u>Komponen utama yang mengatur perangkat sesuai pengkodean pada program</u>
2.	Lora RA02	1	<u>Protokol untuk mengkomunikasikan jarak jauh</u>
3.	LCD & I2C	1	<u>Monitor tampilan layer</u>
4.	<u>Loadcell & Modul Hx711</u>	1	<u>Modul untuk menentukan berat beban</u>
5.	<i>Joystick</i>	2	<u>Alat pengontrol gerak</u>
6.	<u>Soket & baterai 188650</u>	1	<u>Pemasok daya beserta tempatnya</u>
7.	<i>Step up</i>	1	<u>Menaikkan tegangan</u>
8.	<i>Step down</i>	1	<u>Menurunkan tegangan</u>
9.	TP4056 <u>modul charger</u>	1	<u>Untuk pengisian baterai</u>

b. Identifikasi kebutuhan *hardware*

No.	Perangkat	Kebutuhan
.1	Arduino IDE	Aplikasi yang digunakan untuk menuliskan kode program ke NodeMCU.
.2	Fritzing	Aplikasi untuk membuat perancangan <i>wiring</i> alat

2. Uji coba komponen

1. Pengujian komponen

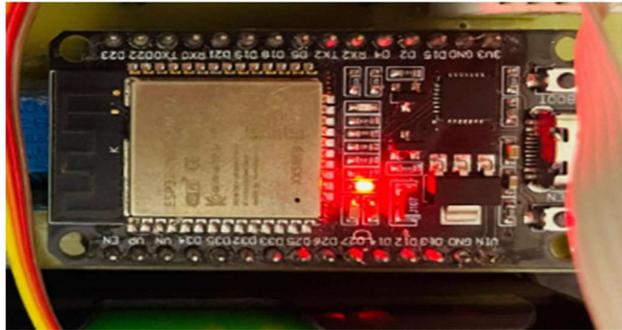
Pengujian komponen ini dilakukan bertujuan untuk memastikan dan mendapatkan analisa mengenai komponen alat untuk mengetahui berfungsi dengan baik atau tidak komponen

tersebut. Pengujian komponen ini dilakukan untuk mengecek tidak terjadi *error* saat dilakukan pengambilan data dan analisa dengan valid dan benar. Berikut pengujian komponen yang digunakan.

1) Pengujian ESP32

Pengujian ini digunakan untuk memastikan bahwa komponen tersebut dapat berfungsi dan dapat dioperasikan dengan baik secara akurat dan koefisien dalam menguji kemampuan pengiriman dan penerimaan data, kemampuan koneksi, pengenalan objek dan pengelolaan data yang dapat diterapkan pada aplikasi IoT seperti pengujian yang sedang dilakukan.

Pada pengujian ini ESP32 dapat mengolah data dari berbagai sensor dengan menggunakan *library* sensor, protokol I2C dan Arduino Ide. Pada pengembangan ini ESP32 berguna untuk mengembangkan sistem IoT yang dapat berkomunikasi dengan jaringan LoRa RA02 dan penggunaan LoRa *duplex communication* dengan *callback*.



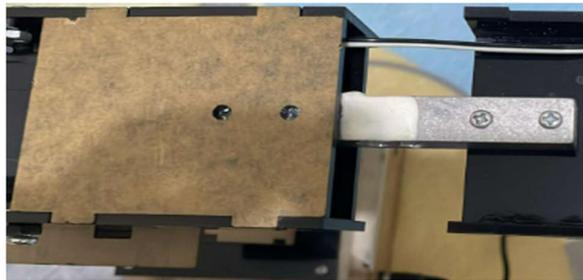
Gambar 4. 1 ESP32

Sumber : Dokumentasi Penulis (2024)

Pada gambar 4.1 terlihat bahwa ESP32 dapat berfungsi dengan baik dalam menerima sinyal masukan dan mengeluarkan sinyal.

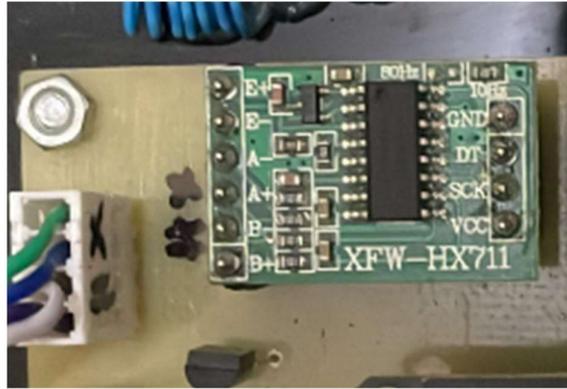
2) Pengujian Sensor

Sensor ini digunakan untuk mengukur berat beban *container* yang sedang diangkat oleh *crane* dan mengkonversikan sinyal analog dari *loadcell* digital yang di proses oleh ESP32.



Gambar 4. 2 sensor Loadcell

Sumber : Dokumen Penulis (2024)



Gambar 4. 3 Sensor modul HX711

Sumber : Dokumentasi penulis (2024)

Pada gambar 4.2 dan 4.3 sensor dapat berfungsi dengan baik saat mengukur berat *container* jika tali naik ke atas.

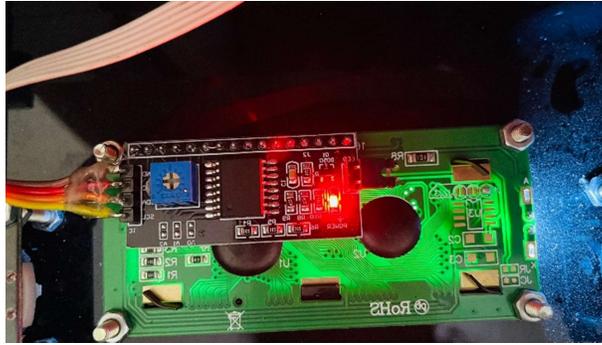
3) Pengujian LCD I2C 16x2

Pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui apakah *display* LCD berfungsi dengan baik saat dihubungkan dengan ESP32. Untuk pengujian LCD ini dibutuhkan kabel jumper yang sesuai dengan pin yang diperlukan pada ESP32 dan LCD, pengujian dapat dilakukan dengan *upload* program dan menampilkan kata “MENU SETTING Max Motor Speed” dan lampu I2C yang disambungkan pada LCD menyala. Dapat dilihat pada gambar 4.4 dan 4.5



Gambar 4. 4 LCD 16x2

Sumber : Dokumnetasi Penulis (2024)



Gambar 4. 5 I2C LCD

Sumber: Dokumentasi Penulis (2024)

LCD berfungsi dengan baik, karena saat pengkoneksian LCD ke ESP32 dan lampu LED merah I2C menyala dengan menampilkan data karakter “MENU SETTING Max Motor Speed”

4) Pengujian *Joystick*

Pengujian pada *joystick* dilakukan dengan cara mengoperasikan *joystick* kiri dan kanan dengan fungsi yang sudah dibuat, dengan tujuan memastikan bahwa *joystick* berfungsi secara baik dan efisien untuk pengontrolan gerak *crane*. Untuk pengujian *joystick* dapat dilihat pada gambar 4.6.



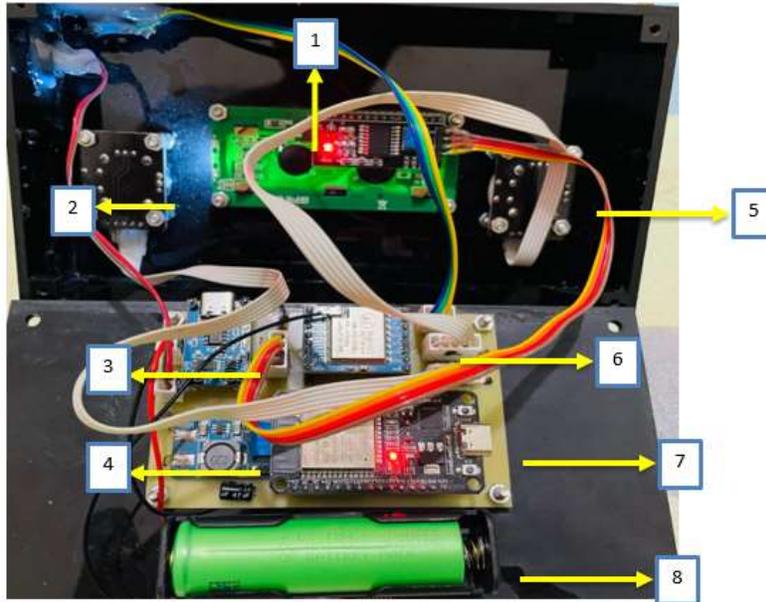
Gambar 4. 6 Joystick

Sumber : Dokumentasi Penulis (2024)

Pada gambar diatas, telah diuji komponen yang dirangkai dan respon untuk mengubah setting dan menggerakkan ke kiri dan ke kanan pada *joystick* telah berfungsi dengan baik dengan ditampilkan pada layar LCD yang telah dibuat.

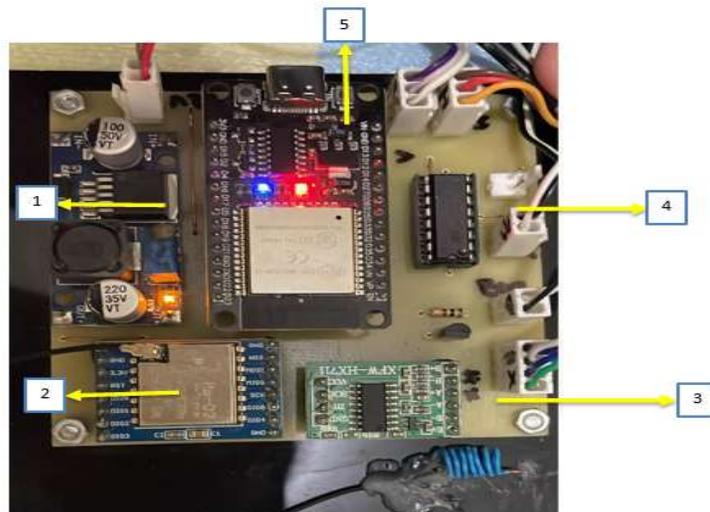
3. Perakitan Komponen

Perakitan komponen ini berfungsi untuk menggabungkan beberapa komponen agar menjadi alat yang diinginkan. Tujuan utama pada perakitan komponen ini untuk mengetahui apakah semua komponen berfungsi dengan baik. Perakitan komponen ini dapat dilihat pada gambar 4.7 dan 4.8.



Gambar 4. 7 Perakitan komponen joystick

Sumber : Dokumentasi Penulis (2024)



Gambar 4. 8 Perakitan komponen pada crane

Sumber : Dokumentasi Penulis (2024)

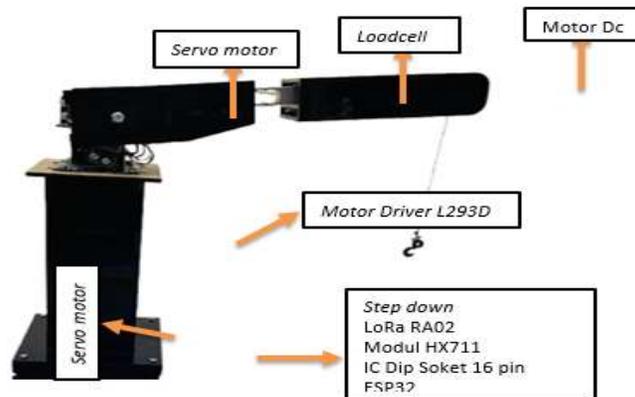
Keterangan perakitan komponen joystick:

1. LCD dan I2C

2. *Joystick* kiri
3. TP4056 Modul charger baterai tipe C
4. *Step up*
5. *Joystick* kanan
6. LoRa RA02
7. ESP32
8. Soket dan baterai 188650

Keterangan perakitan komponen *crane*:

1. *Step down*
2. LoRa RA02
3. Modul HX711
4. IC Dip Soket 16 pin
5. ESP32
4. Perakitan *prototype*



Gambar 4. 9 Perakitan *prototype Crane*

Sumber : Dokumentasi penulis (2024)



Gambar 4. 10 Perakitan *Prototype Joystick*

Sumber : Dokumentasi penulis (2024)

c. Uji *Prototype*

Setelah perakitan *prototype* selesai dibuat, perlu diuji untuk menilai apakah *prototype* berkeja atau tidak. Pengujian *prototype* pendeteksi beban berlebih pada *crane* dengan menggunakan *loadcell*. Pengujian ini dilakukan dengan bantuan dari Bapak Sonhaji S.T., M.T selaku dosen prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal. Berikut penyajian data yang telah diuji.

Tabel 4. 1 Hasil pengujian *prototype* oleh ahli

Desain			
No.	Aspek Penilaian	Nilai	keterangan
1.	Desain <i>Prototype Crane</i>	4	Baik
2.	Penggunaan material	5	Sangat baik
3.	Kerapian Komponen	5	Sangat baik
Evaluasi Sistem			
No.	Aspek Penilaian	Nilai	Saran/Komentar
1.	Kemampuan membaca sensor	4	Baik
2.	Kecepatan respon Joystick	4	Baik
3.	Kecepatan respon pengiriman data	4	Baik
4.	Kecepatan kerja servo motor	5	Sangat baik
5.	Kecepatan kerja motor Dc	5	Sangat baik

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata yang di dapatkan 4,5 dari nilai maksimal 5, jadi skala penilaiannya terbilang baik, dari proses evaluasi yang telah dijalankan dan dapat diketahui bahwa sistem yang dibuat mampu digunakan baik pada sistem *overload crane*. Lora RA 02 pada *Joystick* cukup baik membaca untuk mengirim dan menerima dari jarak yang jauh dan tampilan LCD dapat menerima data untuk di tampilkan.

4.2 Penyajian Data

Hasil data diambil dari perbandingan antara *loadcell* pada *crane* dengan timbangan digital, dengan mengambil beberapa kali percobaan. Untuk beban maksimum diatur sebesar 150 gram. Data pengujian ditampilkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 4. 2 Hasil pengujian alat

No.	Pengujian dengan timbangan digital (gram)	Pengujian dengan Load cell yang ditampilkan pada LCD (gram)	Keterangan (Buzzer)
1	110	107	Tidak berbunyi
2	167	165	Berbunyi
3	143	140	Tidak berbunyi
4	93	89	Tidak berbunyi
5	183	179	Berbunyi
6	150	151	Berbunyi

Data yang di atas diambil dari selisih beban terdekat, karena terjadi guncangan/getaran pada box *container* akibat angin. Pada pengujian data tersebut didapatkan nilai beban yang tidak jauh dari pengukuran timbangan digital. Ketidaksamaan nilai antara timbangan digital dengan *loadcell* diakibatkan oleh ketidaksamaan tinggi saat mengangkat setiap *container* box.

4.3 Analisis Data

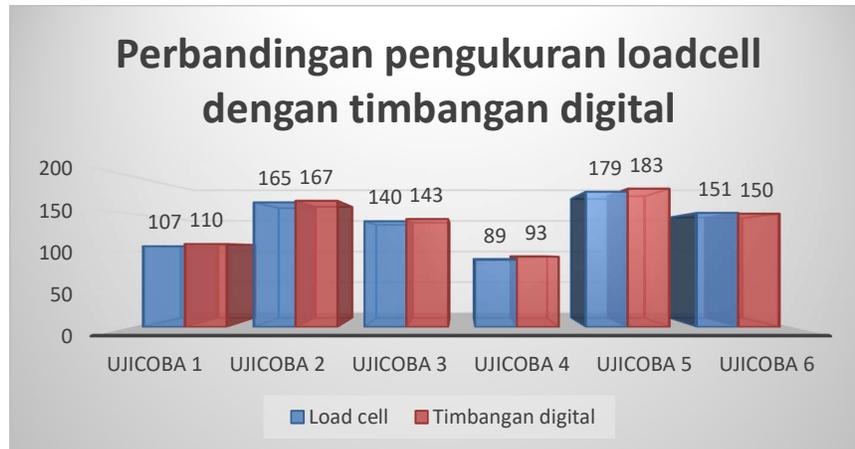
Analisis data adalah proses mensistematiskan, mengolah, dan menginterpretasikan data untuk menemukan informasi, pola, dan wawasan yang berguna. Informasi dan wawasan ini kemudian dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan, meningkatkan pemahaman, dan menyelesaikan masalah dalam berbagai bidang.

Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi nilai beban yang diukur sebagai faktor kunci pada *prototype* crane, serta untuk menilai keakuratan alat pengukur berat (*load cell*). Tingkat keakuratan diukur dengan membandingkan data yang diperoleh dari alat dengan hasil pengukuran manual yang dilakukan oleh peneliti menggunakan timbangan digital.

Perbandingan antara data yang dihasilkan oleh alat dan hasil pengukuran manual peneliti dapat mengungkapkan adanya *error*. Jika galatnya kurang dari 5%, dapat disimpulkan bahwa alat memiliki tingkat keakuratan yang baik. Untuk menghitung tingkat galat ini, peneliti menggunakan rumus persamaan 4.1 berikut ini.

$$error = \frac{(\text{nilai load cell} - \text{nilai timbangan digital})}{\text{nilai timbangan digital}} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

Analisa Perbandingan Pengukuran Load Cell Dengan Timbangan Digital



Grafik tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dalam perhitungan antara penggunaan sensor load cell dan timbangan digital. Ada nilai selisih antara kedua indikator tersebut, yang merupakan kesalahan relatif dari perbandingan antara sensor load cell dan timbangan digital. Berikut adalah tabel yang membandingkan kesalahan antara sensor load cell dan timbangan digital.

Ujicoba	Nilai sensor load cell (gram)	Nilai Timbangan (gram)	Selisih	Error (%)
1	107	110	3	3,63%
2	165	167	2	1,19%
3	140	143	3	2,09%
4	89	93	4	4,12%
5	179	183	4	2,18%
6	151	150	1	0,66%
Rata-rata				2,31%

4.4 Pembahasan

Untuk menganalisis data diperlukan beberapa tahap untuk mendapatkan hasil yang sesuai. Data tersebut meliputi kapasitas beban *crane* dibuat maksimal sebesar 150 gram, beban yang diangkat dapat disesuaikan hasil pengujian beban, data dari lcd dan timbangan digital diambil yang mendekati. Data yang diperoleh pada pengujian pertama memiliki kesesuaian antara timbangan digital dan *loadcell*, pengujian setiap *container* yang dihitung dari timbangan digital dan *crane* memiliki perbedaan sekitar 1-10 gram tergantung posisi pengangkatan oleh *crane*. Pada saat pengambilan data di bawah atau di atas 150 gram 1-10 gram lebih besar timbangan digital daripada *loadcell* pada *crane*, dan saat pengambilan data sesuai pengaturan batas maksimum *crane* didapatkan hasil perbedaan 1-10 gram lebih besar *loadcell* pada *crane* daripada timbangan digital. Hasil dari sistem *loadcell* tidak jauh berbeda

dengan timbangan digital menjadikan titik fokus kesesuaian beban atau ukuran yang diperoleh secara konsisten. Untuk mengetahui apakah terjadi *overload* pada muatan dapat dilihat pada LCD dan buzzer berbunyi. Berikut adalah data jika tidak terjadi *overload* beban, maupun *overload* beban.



Gambar 4. 11 Tampilan *overload* beban

Sumber : Dokumentasi Penulis (2024)

Pada gambar diatas terjadi *overload* muatan dan buzzer berbunyi dengan beban 151 gram, dengan penghitungan timbangan digital sebesar 150 gram dan pengaturan batas maksimum *crane* sebesar 150 gram. Analisis ini mengindikasikan bahwa sistem ini dapat beroperasi dengan efektif dan efisien. Hasil dari sistem *loadcell* tidak jauh berbeda dengan timbangan digital menjadikan titik fokus kesesuaian beban atau ukuran yang diperoleh secara konsisten.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.2 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan di bab 4 maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan *prototype* ini dilakukan dengan 4 tahap meliputi *Communication, Modeling Quick Plan, Construction of Prototype, Deployment Delivery & Feedback*. *Prototype* yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik seperti memunculkan nilai beban yang diuji, serta pembacaan data dikirimkan pada layer monitor LCD. Sistem ini dapat mengetahui beban yang diangkat dan memberikan proteksi terhadap beban yang diangkat berlebihan. Perancangan alat ini menggunakan motor dc dan servo motor untuk menggantikan *hydraulic* sebagai penggerak *crane*, sensor yang digunakan juga.
2. Hasil pengujian rancangan alat sistem penangan beban berlebih pada *hydraulic crane* adalah kemampuan alat yang telah dirakit memiliki hasil saat pengangkatan beban dan terbaca oleh LCD pada *joystick*. Perbandingan masing-masing beban yang diangkat

mempunyai selisih yang tidak jauh dari perhitungan pada timbangan digital, yang berkisar hanya 1-5 gram yang telah ditentukan oleh sistem tergantung jarak tali yang diangkat.

5.3 Saran

Berdasarkan perancangan, peneliti menyadari telah memiliki banyak kekurangan dan kekeliruan berdasarkan pengujian, adapun beberapa saran yang diberikan peneliti dapat dikembangkan oleh peneliti selanjutnya antara lain :

1. Peneliti selanjutnya dapat memberikan keakuratan nilai beban pada *loadcell* yang tidak terpengaruh oleh jib/lengan *crane* dan tali sling, tanpa memberikan kalibrasi terus menerus sesuai sudut pengangkatan *container box*.
2. Peneliti selanjutnya dapat menambahkan *limit switch* untuk membatasi pergerakan pada *crane*
3. Dapat menambahkan kamera untuk memonitor pergerakan *container* dari jarak jauh yang dipasang di *crane* dengan menggunakan *joystick*.
4. Penempatan *loadcell* lebih hati-hati karena sering terjadinya error saat diuji untuk melihat beban yang diangkat.
5. Alat ini hanya sebatas pengirim dan penerima data tanpa menyimpan data. Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan aplikasi atau IoT yang dapat memonitoring dan menyimpan data secara real dan aman.

6. DAFTAR REFERENSI

- Academy, B. (2023). Prototype : Pengertian, Tujuan, dan Manfaatnya. Retrieved December 10, 2023, from <https://www.binaracademy.com/blog/pengertian-prototype-dan-tujuannya>
- AJI, I. P. (2023). Analisis Pelaksanaan Uji Beban Crane Terhadap Kelancaran Proses Bongkar Muat Batu Bara Di Mv Habco Polaris. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Argyanti, Z. (2022). Analisis Sistem Pengendali Kapasitas Beban Muatan Truk Berbasis Teknologi Internet. *Ocean Engineering: Jurnal Ilmu Teknik Dan Teknologi Maritim*, 1(3), 74–84. Retrieved December 10, 2023, from the journal website.
- Bado, B. (2022). *Model Pendekatan Kualitatif: Telaah Dalam Metode Penelitian Ilmiah* (Cet. 1). Tahta Media Grup.
- Component 101. (2021). MT3608 - 2A DC-DC Step Up (Boost) Power Module. Retrieved April 12, 2024, from <https://components101.com/modules/mt3608-2a-dc-dc-step-up-power-module>
- Effendi, R., Ali, S., & Usmardi, U. (2020). Kendali Senapan Menggunakan Joystick Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Dengan Modul NRF24L01. *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 17(2), 61–68.

- Fatoni, A., Nugroho, D. D., & Irawan, A. (2015). Rancang bangun alat pembelajaran microcontroller berbasis atmega 328 di universitas serang raya. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 2(1).
- Fitria, Y. (2018). Prototipe Sistem Buka Tutup Bascule Bridge Otomatis Untuk Perlintasan Kapal Berbasis Arduino Mega. Retrieved December 10, 2023.
- Ishaq, I., Azhar, A., & Muhaemin, M. (2019). Rancang Bangun Neraca Elektronik Menggunakan Sensor Load Cell Pada Mesin Penggiling Kunyit Kering. *Jurnal TEKTR0*, 3(1). Retrieved December 10, 2023.
- Mardani, R., & Melda, A. (2023). Sistem Informasi Manajemen Prestasi Mahasiswa Pada Prodi Sistem Informasi Berbasis Web [institut informatika dan bisnis]. Retrieved November 8, 2023, from <http://repo.darmajaya.ac.id/14328/>
- Nizam, M. N., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. Retrieved December 10, 2023.
- PT. Karya Setia Jaya. (2023). Hidrolik Crane: Pengertian, Jenis-Jenis dan Fungsinya. Retrieved from <https://ksj.co.id/hidrolik-crane-pengertian-jenis-jenis-dan-fungsinya/>
- Ramadhan, M. F. (2022). Alat Penghitung Otomatis Keluar Dan Masuknya Barang Beserta Peringatan Jika Melebihi Maksimal Penyimpanannya. *Journal of Syntax Literate*, 7(7). Retrieved May 15, 2024.
- Randi, B. S. (2018). *Teori Penelitian Terdahulu*. Erlangga.
- Robinson, R., Zulnasri, Z., Effendi, E., & Sihotang, W. S. (2020). Analisis Kerusakan Deck Crane Pada Saat Proses Bongkar Muat di Kapal MV. Ch Bella.
- Rohim, M. Z., Wijayanti, E., & Murti, A. C. (2021). Design of overloading detection systems on vehicles using arduino. *Journal of Physics: Conference Series*, 1943(1), 12022. Retrieved May 15, 2024.
- Sutarti, T., & Irawan, E. (2017). *Kiat sukses meraih hibah penelitian pengembangan*. Deepublish. Retrieved May 15, 2024.
- Wagya, A. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 8(2), 238–247. <https://doi.org/https://doi.org/10.36055/setrum.v8i2.6561>. Retrieved December 17, 2023.