

## Rancang Bangun System Otomatisasi Pencegahan *Overload Deck Conveyor* pada Kapal CCL Padmasari

Bangkit Risang Nugroho<sup>1</sup>, Edi Kurniawan<sup>2</sup>, Rika Fitriani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

**Abstract.** Coal as an alternative energy is widely found in Indonesia. To support the coal distribution process, a means is needed in the form of a floating conveyor ship that will distribute coal from the barge to the bulk carrier in very large quantities. This research aims to examine the system that occurs on the ship from the original speed changed manually using a potentiometer to automatically using the fuzzy logic method. The process of this tool works by changing the speed automatically using the fuzzy method, entering the input membership into the fuzzy membership then the parameters are detected by the sensor, the results of the detection are displayed on the LCD layer. The methodology and design of this system will be carried out using the experimental method where this method creates a new product with several trials so that later this tool can increase efficiency during the loading and unloading process on the ship, and it is tested to what extent the sensor can detect the load quickly using the fuzzy method. The results of this overload prevention system show that the system can work optimally in reading the load, as well as the accuracy of the sensor which can read the amount of load very quickly in less than 1 second.

**Keywords:** Conveyors, Systems, Ships.

**Abstrak.** Batu bara sebagai energi alternatif yang banyak ditemukan di Indonesia. Untuk menunjang proses distribusi batu bara maka diperlukan sarana berupa kapal *floating conveyor* yang akan mendistribusikan batu bara dari tongkang menuju kapal curah dengan jumlah yang sangat besar. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti system yang terjadi di atas kapal dari semula kecepatan diubah manual menggunakan potensiometer menjadi otomatis dengan metode *fuzzy logic*. Proses kerja alat ini dengan mengubah kecepatan secara otomatis menggunakan metode *fuzzy*, memasukan keanggotaan *input* kedalam membership *fuzzy* kemudian parameternya dideteksi oleh sensor, hasil dari deteksi ditampilkan pada layar LCD. Metodologi dan perancangan system ini akan dilakukan dengan metode eksperimen dimana metode ini menciptakan produk baru dengan beberapa kali percobaan agar nantinya alat ini dapat meningkatkan efisiensi pada saat proses bongkar muat diatas kapal, serta diujikan sejauh mana sensor dapat mendeteksi beban dengan cepat menggunakan metode *fuzzy*. Hasil dari system pencegah *overload* ini menunjukkan system dapat bekerja secara optimal dalam melakukan pembacaan beban, serta keakuratan sensor yang dapat membaca jumlah beban dengan sangat cepat kurang dari 1 detik.

**Kata kunci:** Conveyor, Sistem, Kapal.

### 1. PENDAHULUAN

Batu bara menjadi salah satu sumber energi yang banyak ditemukan di Indonesia. Indonesia termasuk negara penghasil batu bara terbesar di dunia. Potensi sumber daya batu bara di Indonesia sangat melimpah, salah satunya terdapat di Pulau Kalimantan. Saat ini batu bara banyak digunakan oleh negara maju sebagai energi alternatif pengganti minyak. Batu bara juga adalah batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk, bisa berbentuk kubus, balok, bulat atau segitiga. Batu bara tetap menjadi komoditas vital dalam perekonomian global, tetapi penggunaannya menghadapi tantangan besar terkait keberlanjutan dan dampak lingkungan. Dengan

pengelolaan yang bijak dan transisi ke energi bersih, batu bara masih dapat berkontribusi pada pembangunan yang berkelanjutan.

Proses pemindahan distribusi batu bara tidak hanya dilakukan didarat saja melainkan dapat dilakukan pada lepas pantai menggunakan kapal berjenis *coal conveyor loader* (CCL), *floating crane* dan tipe *floating barge* lainnya. Kapal CCL. Padmasari tidak pernah sandar di pelabuhan ketika *loading cargo* melainkan labuh jangkar di lepas pantai Tabanio, Kalimantan Selatan.

Pada lepas pantai Tabanio terdapat kegiatan pemuatan Batu bara menggunakan metode *floating crane* atau *crane barge*. *Floating crane* merupakan jenis kapal yang dilengkapi dengan *conveyor* sebagai bagian utama pada proses bongkar muat, derek atau *system* katrol khusus untuk mengangkat beban, *bucket grab* untuk memindahkan batu bara dari tongkang ke *hopper feeder* pada *floating crane* untuk beberapa kapal menggunakan alat berat seperti *excavator* untuk proses bongkar muat.

Dalam pelaksanaan pembongkaran muat tersebut sering terjadi keterlambatan, sehingga kapal berlabuh jangkar dan menunggu lama di area berlabuh. Penelitian ini guna menemukan teknologi untuk menyelesaikan salah satu masalah yang menyebabkan keterlambatan dalam proses bongkar muat adalah kerusakan pada *conveyor*, khususnya pada generator utama yang sering mengalami kelebihan beban. Kerusakan yang sering terjadi terletak pada *generator* utama dikarenakan mengalami beban yang berlebih pada muatan. Tentunya hal ini membuat proses bongkar muat tersebut tidak cepat dan proses bongkar muat pada kapal akan terhambat sehingga kapal akan mengalami kerugian yang besar.

Perlunya *system* otomatisasi pada tipe kapal berjenis *floating barge* yang dapat mempermudah perawatan serta monitoring *system* dengan secara terstruktur dan efisien dalam penggunaannya. Dengan berkembangnya teknologi ini industri pelayaran berharap dapat mengurangi waktu keterlambatan berlabuh kapal pada saat bongkar muat.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### *Conveyor*

Menurut DNM news (2019) *conveyor* atau mesin kompayer merupakan peralatan sederhana yang dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain sebagai alat angkut suatu barang tertentu untuk kapasitas kecil sampai besar. *Conveyor* adalah mesin yang memiliki fungsi utama untuk memindahkan barang dalam jumlah banyak dari suatu tempat ke tempat yang lain. Mesin *conveyor* ini sangat sering digabungkan dengan fungsi lain seperti fungsi *quality control*,

pemilahan produk, penimbangan produk, deteksi logam, memuat barang ke truk / menurunkan barang dari truk, dan lainnya.

### **Hopper Feeder**

Menurut Charles R. Koch (1988) dalam bukunya "Materials Handling Handbook", Koch mendefinisikan *hopper feeder conveyor* sebagai *system* yang dirancang untuk memberikan kontrol aliran material yang efisien dari *hopper* ke *conveyor*. *System* ini memastikan material dapat diangkut secara terus menerus dan merata ke dalam proses berikutnya. *Feeder* adalah alat pengumpan material dari *hopper* atau dari *Run Of Mine* (ROM) ke unit peremuk atau keatas *belt conveyor* dengan kecepatan konstan. Penggunaan alat pengumpan bertujuan agar proses pengumpan dari *hopper* menuju ke alat peremuk dapat berlangsung dengan laju yang konstan tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil, sehingga dapat mencegah terjadinya penumpukan batu bara atau tidak ada umpan didalam *hopper* ataupun pada alat peremuk.

### **Loadcell**

Menurut Kevin Hugo (2005) dalam jurnal "Industrial Instrumentation," Hugo mengungkapkan bahwa *loadcell* adalah sensor yang mengukur gaya atau beban dengan mengkonversi gaya mekanis menjadi sinyal listrik yang proporsional. [Load cell](#) adalah sebuah alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi lainnya yang biasa digunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Pada *strain gauge* ([loadcell](#)) atau biasa disebut dengan deformasi *strain gauge*. *The strain gauge* mengukur perubahan yang berpengaruh pada *strain* sebagai sinyal listrik, karena perubahan efektif terjadi pada beban hambatan kawat listrik. *Output* sinyal listrik biasanya disediakan serta diurutkan beberapa *mili volt* dan membutuhkan amplifikasi oleh penguat instrumentasi sebelum dapat digunakan.

### **Arduino Uno R3**

Menurut Massimo Banzi dan Michael Shiloh (2015) menjelaskan bahwa *Arduino Uno R3* adalah revisi ketiga dari papan *Arduino Uno*. Papan ini memiliki 14 pin *input/output* digital, 6 pin *input* analog, dan berbagai fitur lainnya yang membuatnya cocok untuk pembelajaran dan pengembangan prototipe elektronik. *Arduino Uno R3* adalah papan pengembangan *microcontroller* yang berbasis *chip* ATmega328P. *Arduino Uno* memiliki 14 digital pin *input / output* (atau biasa ditulis I/O, dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM antara lain pin 0 sampai 13), 6 pin *input* analog, menggunakan *crystal* 16 MHz antara lain pin

A0 sampai A5, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian *microcontroller*.

### **Motor dc**

Dalam "*Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications*," menjelaskan bahwa motor DC adalah mesin yang dirancang untuk bekerja dengan arus searah (Austin Hughes dan Bill Drury, 2013). Motor DC memiliki keuntungan dalam hal kemudahan kontrol kecepatan dan torsi, yang menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan presisi tinggi. 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*. *Stator* adalah badan motor, sikat-sikat dan inti kutub magnet. *Rotor* adalah bagian yang berputar dari suatu motor DC.

### **Fuzzy logic**

Menurut Lotfi A. Zadeh (1965) mendefinisikan *fuzzy logic* sebagai suatu pendekatan untuk memodelkan ketidakpastian dalam *system* dengan menggunakan variabel yang memiliki nilai keanggotaan (*degree of membership*) di dalam himpunan yang didefinisikan secara kabur. *Fuzzy logic* merupakan cabang ilmu matematika yang mempunyai fungsi untuk memberikan pemodelan pemecahan masalah seperti yang dilakukan manusia dengan bantuan teknologi komputer. *Fuzzy* sendiri memiliki arti samar. Oleh karena itu, maksud dari logika kabur sendiri berarti nilai yang benar atau bisa memiliki salah secara bersamaan.

### **LCD**

Menurut John F. Wager (2003) menyebutkan bahwa LCD adalah jenis tampilan yang menggunakan lapisan-lapisan bahan optik untuk mengendalikan polarisasi cahaya yang dilewatkan. Hal ini memungkinkan LCD untuk memberikan gambar yang tajam dan jelas dengan konsumsi daya yang relatif rendah dibandingkan dengan teknologi tampilan lainnya. *Liquid Crystal Display* atau yang biasa dikenal dengan disebut LCD merupakan suatu komponen *elektronika* yang berfungsi menampilkan karakter seperti tulisan, angka dan sebagainya. LCD banyak digunakan dalam bidang *elektronika* sebagai bahan pembelajaran dan merupakan komponen utama yang dipasang pada suatu alat untuk memberikan tampilan informasi sesuai yang diinginkan. Bentuknya sendiri menyesuaikan dari tipe LCD yang digunakan.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### Jenis Penelitian

Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini, penulis menggunakan metode penelitian eksperimen. Perancangan *system* menurut Adiguna dalam ( Nur Azis, 2020) perancangan merupakan proses untuk mendefinisikan suatu hal yang ingin dilakukan dengan cara yang bervariasi serta melibatkan rancangan, dan detail komponen, serta kendala yang mungkin dialami dalam prosesnya. perancangan *system* merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mendefinisikan suatu hal atau merancang sesuatu dengan proses yang saling terkait untuk mencapai tujuan yang sama.

#### 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.

### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Uji Coba Produk

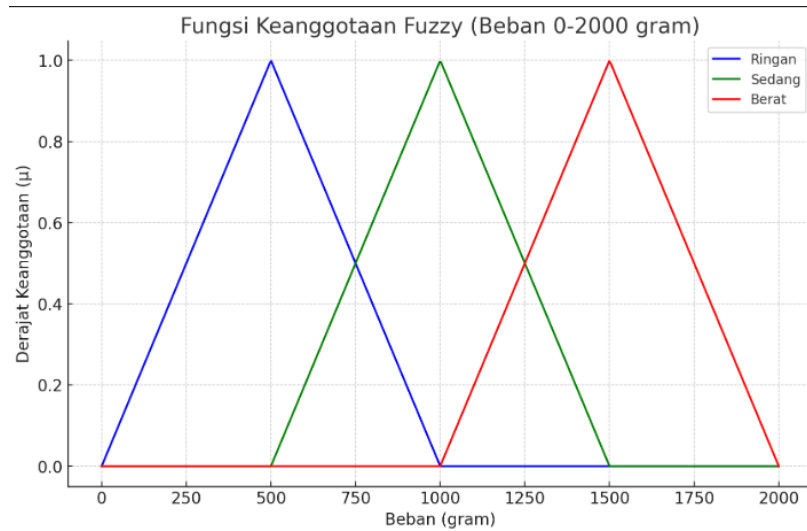
Uji coba produk bertujuan untuk memastikan kinerja alat yang dibuat dapat beroperasi sebagaimana mestinya dan memastikan tidak terjadi kesalahan dalam pengoperasian alat. Dalam hal ini dilakukan pengujian untuk setiap komponen yang digunakan dalam produk baik sensor-sensor maupun perangkat elektronik lainnya dan akan dilakukan juga pengujian terhadap kinerja keseluruhan alat atau pengujian terhadap produk secara keseluruhan untuk memastikan tidak terjadinya kesalahan dalam operasional produk sekaligus memastikan produk dapat beroperasi secara optimal dan diharapkan mendapat hasil pengujian sesuai dengan yang diinginkan.

##### 1) Perancangan *Fuzzy logic*

###### a. Fuzzifikasi

Proses *fuzzification* merupakan proses pemetaan *input* dan *output* dari variabel matematis kedalam variabel lisan dengan menggunakan fungsi-fungsi tertentu contohnya fungsi *triangular*, *trapezoidal*, *gaussian*, *generalized bell*, dan lain-lain. Pemilihan fungsi akan berpengaruh pada hasil *output* dari sistem. Pada alat pemberi pakan ayam otomatis ini terdapat 2 *input* dan 1 *output*. *Input* terdiri dari masukan sensor berat dan sensor posisi sedangkan *output* berupa pengendalian

kecepatan motor DC. Hasil dari proses *fuzzify* dapat dilihat pada gambar 1, 2, 3 berikut ini.



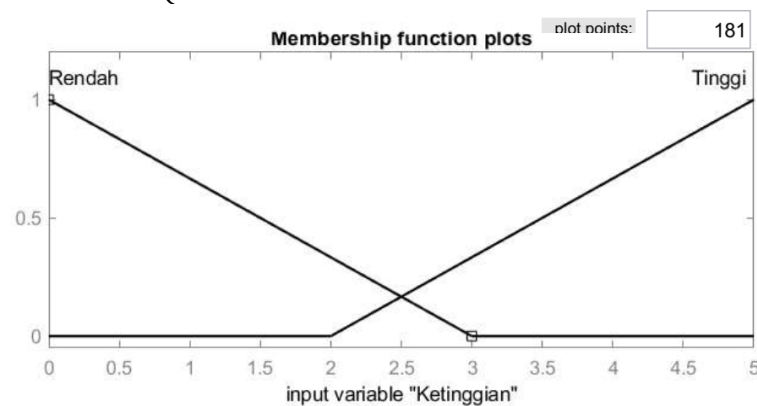
**Gambar 1.** Membership Function Input Beban

Sumber: Dokumentasi Pribadi.

$$\mu_{Ringan}[x] = \begin{cases} \frac{500 - x}{500} & , 0 < x < 500 \\ 0 & , 0 \geq 500 \end{cases}$$

$$\mu_{Berat}[x] = \begin{cases} \frac{x - 1000}{500} & , x \leq 1000 \\ 0 & , 1000 < x < 1500 \\ 0 & , x \geq 1500 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} \frac{x - 500}{500} & , x \leq 500 \text{ atau } x \geq 1500 \\ \frac{1000 - x}{500} & , 500 \leq x \leq 1000 \\ \frac{x - 1000}{500} & , 1000 \leq x \leq 1500 \end{cases}$$

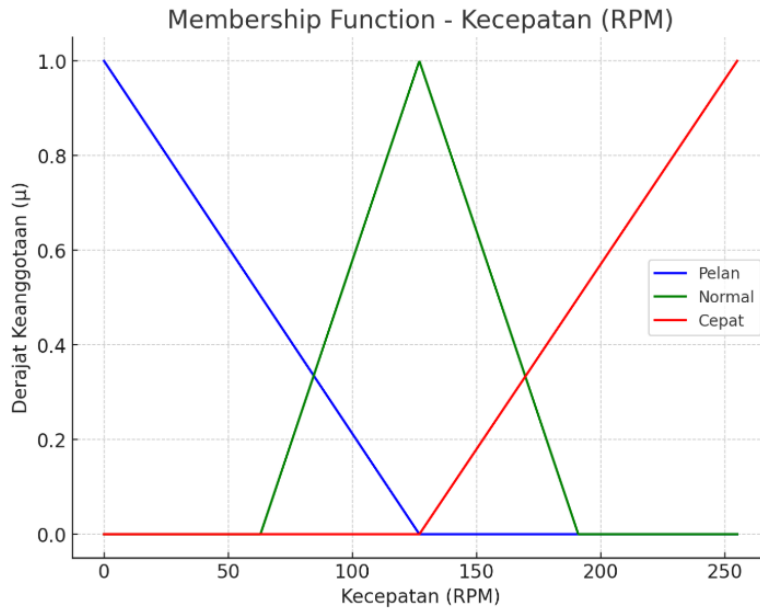


**Gambar 2.** Membership Function Input Ketinggian

Sumber: Dokumentasi Pribadi.

$$\mu_{Rendah}[x] \begin{cases} 1 - \frac{x-0}{3} & , 0 < x < 3 \\ 0 & , x \geq 3 \end{cases}$$

$$\mu_{Ringan}[x] \begin{cases} \frac{x-2}{3} & , x \leq 2 \\ 1 & , 2 < x < 5 \\ 1 - \frac{x-5}{3} & , x \geq 5 \end{cases}$$



**Gambar 3.** Membership Function Output Kecepatan

Sumber: Dokumentasi Pribadi.

$$\mu_{Pelan}[x] \begin{cases} 1 - \frac{x-0}{5} & , 0 < x < 5 \\ 0 & , x \geq 5 \end{cases}$$

$$\mu_{Sedang}[x] \begin{cases} \frac{x-1}{5} & , x \leq 1 \text{ atau } x \geq 11 \\ \frac{6-x}{5} & , 1 \leq x \leq 6 \\ \frac{x-6}{5} & , 6 \leq x \leq 11 \end{cases}$$

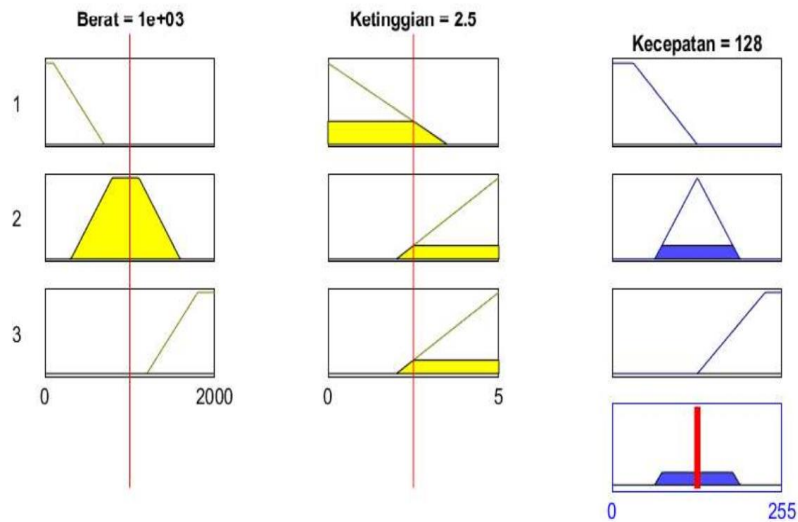
$$\mu_{Cepat}[x] \begin{cases} \frac{x-7}{5} & , x \leq 7 \\ 1 & , 7 < x < 12 \\ 1 - \frac{x-12}{5} & , x \geq 12 \end{cases}$$

#### b. Rule Fuzzy

Rule berisi perintah-perintah dasar untuk menjalankan logika fuzzy. Pada model sistem pencegah overload ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

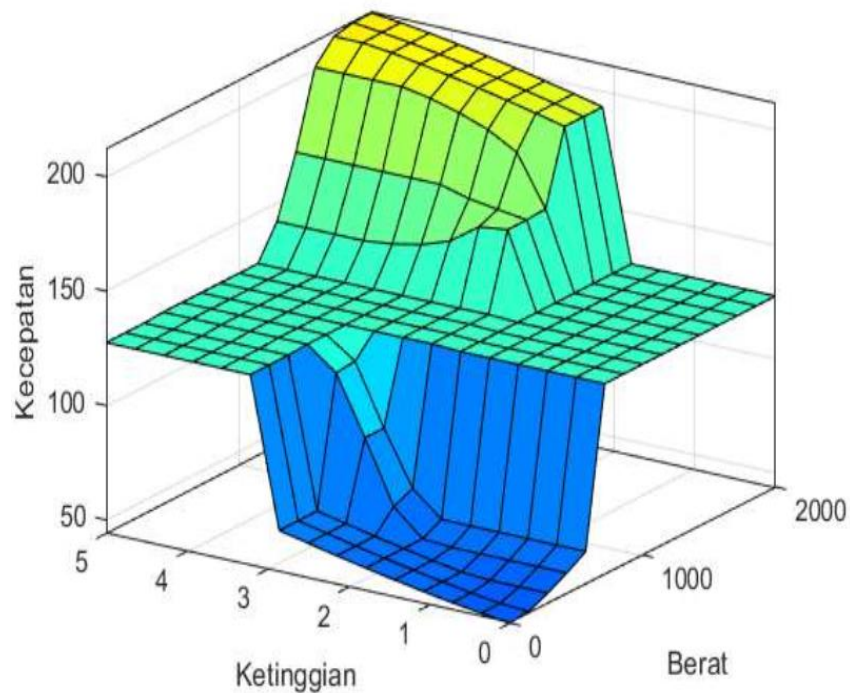
- a) If (Berat is ringan) and (Ketinggian is Rendah) then (Kecepatan is Pelan) (1)

- b) If (Berat is normal) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kecepatan is Normal) (1)
- c) If (Berat is berat) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kecepatan is Cepat) (1)
- d) If (Berat is ringan) and (Ketinggian is Tinggi) then (Kecepatan is Normal) (1)
- e) If (Berat is normal) and (Ketinggian is Rendah) then (Kecepatan is Normal) (1)
- f) If (Berat is berat) and (Ketinggian is Rendah) then (Kecepatan is Pelan) (1)



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 4.** Rule Viewer



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 5.** Surface Viewer

c. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* membagi domain variabel *input* ke dalam kelompok linguistik dengan fungsi keanggotaan yang mewakili derajat keanggotaan ( $\mu$ ). Berikut ini adalah tabel variabel himpunan *input* dan *output*.

Tabel 1. Variabel Himpunan *Fuzzy*

| VARIABEL        | HIMPUNAN      | DOMAIN                  |
|-----------------|---------------|-------------------------|
| INPUT<br>(gr)   | SANGAT RINGAN | ( 0,0,200,600 )         |
|                 | RINGAN        | ( 200,300,700,1000 )    |
|                 | BERAT         | ( 1000,1500,1500,2000 ) |
|                 | SANGAT BERAT  | ( 1500,2000,2000,2000 ) |
| OUTPUT<br>(rpm) | PELAN         | ( 0,0,64,128 )          |
|                 | SEDANG        | ( 64,128,128,192 )      |
|                 | NORMAL        | ( 128,192,192,255 )     |
|                 | TINGGI        | ( 192,255,255,255 )     |

## d. Defuzzifikasi

*Defuzzification* merupakan tahap akhir dari perancangan *fuzzy logic* yang berfungsi untuk merubah hasil yang didapat dari *inference engine* kedalam suatu bilangan *real*. Metode yang digunakan yaitu metode centroid atau *Centre of Gravity (COG)*. Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan:

$$\begin{aligned}
 z^* &= \frac{\int \mu_c(z) \cdot z \, dz}{\int \mu_c(z) \, dz} \\
 z^* &= \frac{\int_0^{255} 0,5(z) \cdot z \, dz}{\int_0^{255} 0,5(z) \cdot dz} \\
 z^* &= \frac{\int_0^{255} 0,5 \left(\frac{1}{2}\right) \cdot z^2}{\int_0^{255} 0,5(z)} \\
 &= \frac{0,25 z^2}{0,5 z} \\
 &= \frac{(0,25) (255)^2 - (0,25) (0)^2}{(0,25) (255) - (0,5) (0)} \\
 &= \frac{16.256,25}{127,5} \\
 &= 127,5
 \end{aligned}$$

Dengan metode *Center of gravity* didapat nilai defuzzifikasi sebesar 127,5 rpm. Jadi dapat disimpulkan bahwa pada saat kecepatan motor 255 rpm (terlalu

cepat), kontroler harus memberikan tegangan pada motor lebih kecil agar putaran motor dapat stabil di angka 127,5 rpm.

## 2) Pengujian Statis

### a. Pengujian Sensor *Loadcell*

Pengujian sensor *loadcell* dilakukan untuk memastikan kemampuan deteksi sensor terhadap sampel beban yang diuji apakah sensor dapat mendeteksi parameter keakurasian jumlah beban yang diterima dengan baik.



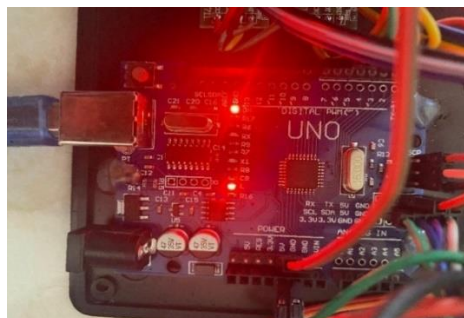
Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 6.** Pengujian *Loadcell*.

Pengujian dilakukan dengan membuat program yang kemudian diunggah pada *microcontroller* selanjutnya sensor dihubungkan pada *microcontroller* sesuai dengan pin yang sudah ditentukan dalam program. Selanjutnya sensor diuji dengan cara menggantungkan beban diatas sensor kemudian akan ditampilkan dalam serial *input* pada monitor. Proses penngujian sensor dapat dilihat pada gambar 4.6.

### b. Pengujian *Microcontroller*

Pengujian *microcontroller* ini menggunakan Arduino uno R3 untuk memastikan bahwa *microcontroller* dapat bekerja dengan normal. Pengujian ini *microcontroller* diberikan daya yang bersumber dari adaptor dc, sehingga dapat diketahui apakah *microcontroller* dapat menyala atau tidak ketika diberikan daya.



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 7.** Pengujian *Microcontroler*.

Untuk memastikan apakah *microcontroller* aktif saat diberikan daya dapat melihat lampu indikator pada *microcontroller* menyala.

c. Pengujian Motor DC

Pengujian motor dc dilakukan untuk mengetahui apakah motor dc dapat berfungsi secara normal, pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan daya sebesar 12V kepada motor.



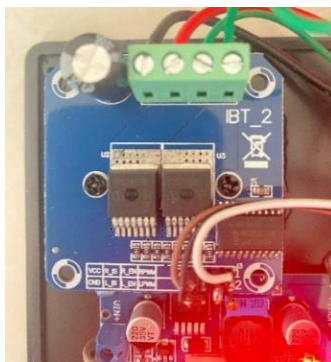
Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 8.** Pengujian Motor DC.

Hasil pengujian menunjukkan setelah diberikan daya sebesar 12V motor dc menyala dengan normal, dan dengan ini dapat dipastikan motor dc dalam keadaan normal dan siap untuk digunakan.

d. Pengujian *Driver Motor*

Pengujian *driver motor* dilakukan untuk memastikan bahwa *driver motor* dapat mengendalikan motor dengan benar dan berfungsi sesuai harapan.



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 9.** Pengujian *Driver Motor*.

Pengujian ini melibatkan beberapa langkah yang harus dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat diandalkan.

e. Pengujian *Step Down* LM2596

Pengujian modul *stepdown* LM2596 dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah modul ini mampu menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V.



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 10.** Pengujian Modul *Step Down*.

Pengujian dilakukan dengan memberi tegangan masukan pada modul LM2596 sebesar 12V yang bersumber dari catu daya dan kemudian modul LM2596 diukur keluarannya menggunakan alat ukur lampu indikator menyala yang dimana dalam pengujian modul ini diukur menggunakan tang ampere.

f. Pengujian *Power Supply*

Pengujian *power supply* 24V dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah *power supply* ini mampu menghasilkan tegangan keluaran sebesar 24V yang stabil. Pengujian dilakukan dengan memberi tegangan masukan pada *power supply* sebesar 220V yang bersumber dari catu daya AC dan kemudian *power supply* diukur keluarannya menggunakan alat ukur multimeter.



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 11.** Input Tegangan 220V.



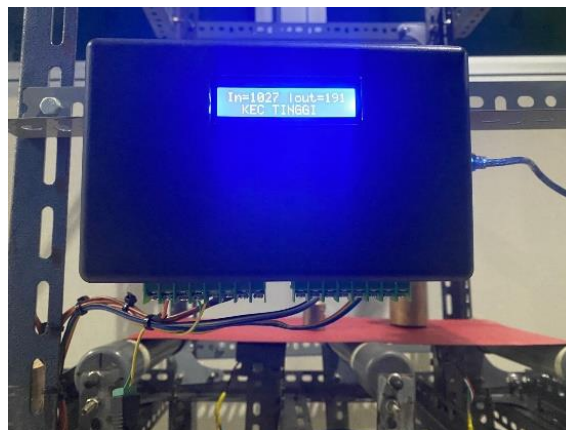
Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 12.** *Output* Tegangan 24V.

Lampu indikator menyala, menunjukkan bahwa *power supply* berfungsi dengan baik. Dalam pengujian ini, arus keluaran *power supply* diukur menggunakan tang ampere untuk memastikan kemampuan *power supply* dalam memberikan arus yang cukup sesuai spesifikasi yang diharapkan.

### 3) Pengujian Dinamis

Pengujian dinamis dilakukan bertujuan untuk memastikan kinerja prototipe *conveyor* ini apakah dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Hal yang perlu diperhatikan pada pengujian ini adalah sejauh mana keefektifan kinerja sensor-sensor yang digunakan yaitu sensor *loadcell* dan metode *fuzzy logic*, keefektifan kinerja sistem kontrol, serta keefektifan kinerja mekanis sistem. Sebelum memulai pengujian dinamis keseluruhan prototipe *conveyor*, pertama-tama seluruh komponen baik secara mekanis maupun komponen elektronik seluruhnya dirangkai sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan sebelumnya. Berikut dokumentasi dalam proses pengujian yang telah dilakukan.



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 13.** Pengujian Alat



Sumber: Dokumentasi Pribadi.

**Gambar 14.** Hasil Deteksi Sensor

Setelah seluruh komponen baik secara mekanis maupun elektronik terpasang dengan benar sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan, selanjutnya dilakukan pengujian guna memastikan apakah prototipe sistem *conveyor* ini dapat bekerja sesuai dengan sistem yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan beberapa beban material yang akan dimasukkan ke dalam *hopper feeder* dengan beban minimum 500gr kemudian melakukan pengujian dengan beban 1000gr dan yang terakhir pengujian beban dengan beban 1500gr.

### Penyajian Data

Untuk menyajikan data yang akurat, perlu dilakukan pengujian terhadap prototipe yang dibuat, data yang disajikan merupakan hasil dari pengujian *system* secara keseluruhan. Data-data yang didapatkan merupakan hasil dari deteksi sensor *loadcell* yang digunakan dalam pengujian *system conveyor* ini.

#### 1) Pengujian Alat

Pengujian alat *conveyor* merupakan tahap penting dalam memastikan bahwa sistem ini dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan desain awal yang dirancang. Berbagai aspek diuji secara mendalam untuk mengukur kinerja, validasi akurasi sensor, efektivitas kontrol, hingga stabilitas dan keandalan sistem dalam menangani berbagai skenario operasional. Pengujian *conveyor* dengan beban muatan dapat ditampilkan pada tabel 2, 3 dan 4 berikut ini.

**Tabel 2.** Pengujian Dengan Beban 500 gr.

| NO | BEBAN  | KETINGGIAN 3 CM |             | KETINGGIAN 5 CM |             |
|----|--------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
|    |        | INPUT(gr)       | OUTPUT(rpm) | INPUT(gr)       | OUTPUT(rpm) |
| 1  | 500 gr | 464             | 234         | 643             | 223         |
| 2  | 500 gr | 714             | 220         | 980             | 214         |
| 3  | 500 gr | 552             | 233         | 954             | 214         |
| 4  | 500 gr | 578             | 233         | 904             | 215         |
| 5  | 500 gr | 588             | 234         | 934             | 214         |
| 6  | 500 gr | 261             | 233         | 842             | 215         |
| 7  | 500 gr | 522             | 221         | 874             | 216         |
| 8  | 500 gr | 652             | 219         | 916             | 214         |
| 9  | 500 gr | 556             | 233         | 922             | 214         |
| 10 | 500 gr | 508             | 232         | 480             | 220         |
| 11 | 500 gr | 476             | 234         | 960             | 215         |
| 12 | 500 gr | 544             | 233         | 538             | 217         |
| 13 | 500 gr | 586             | 230         | 1.076           | 215         |
| 14 | 500 gr | 568             | 231         | 1.128           | 213         |
| 15 | 500 gr | 498             | 234         | 1.104           | 213         |
| 16 | 500 gr | 544             | 231         | 1.178           | 212         |
| 17 | 500 gr | 586             | 223         | 1.180           | 212         |
| 18 | 500 gr | 594             | 223         | 1.054           | 215         |
| 19 | 500 gr | 684             | 220         | 1.166           | 212         |
| 20 | 500 gr | 754             | 221         | 1.152           | 212         |
| 21 | 500 gr | 506             | 233         | 1.184           | 212         |
| 22 | 500 gr | 622             | 223         | 966             | 220         |
| 23 | 500 gr | 494             | 232         | 810             | 221         |
| 24 | 500 gr | 624             | 223         | 1.116           | 213         |
| 25 | 500 gr | 528             | 232         | 850             | 215         |
| 26 | 500 gr | 568             | 233         | 1.304           | 209         |
| 27 | 500 gr | 536             | 232         | 1.256           | 210         |
| 28 | 500 gr | 752             | 222         | 1.220           | 210         |
| 29 | 500 gr | 684             | 220         | 1.264           | 210         |
| 30 | 500 gr | 534             | 232         | 1.288           | 210         |

Pengujian *conveyor* dengan beban 500 gr sebanyak 30 kali percobaan dengan ketinggian yang berbeda, pada percobaan pertama alat diuji dengan menjatuhkan beban ketinggian 3 cm diatas *belt conveyor*, kemudian pada percobaan kedua dengan menjatuhkan beban dari ketinggian 5 cm diatas permukaan *belt conveyor*, dapat ditampilkan bahwa sensor telah mendeteksi beban dengan cukup akurat.

**Tabel 3.** Pengujian Dengan Beban 1000 gr.

| NO | BEBAN   | KETINGGIAN 3 CM |             | KETINGGIAN 5 CM |             |
|----|---------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
|    |         | INPUT(gr)       | OUTPUT(rpm) | INPUT(gr)       | OUTPUT(rpm) |
| 1  | 1000 gr | 886             | 234         | 1.274           | 233         |
| 2  | 1000 gr | 834             | 234         | 1.662           | 232         |
| 3  | 1000 gr | 980             | 234         | 1.424           | 233         |
| 4  | 1000 gr | 1.406           | 233         | 1.804           | 224         |
| 5  | 1000 gr | 1.354           | 233         | 1.042           | 234         |
| 6  | 1000 gr | 1.232           | 234         | 1.346           | 233         |
| 7  | 1000 gr | 756             | 234         | 1.284           | 233         |
| 8  | 1000 gr | 1.344           | 232         | 1.744           | 232         |
| 9  | 1000 gr | 1.562           | 231         | 1.036           | 234         |
| 10 | 1000 gr | 1.592           | 233         | 1.384           | 233         |
| 11 | 1000 gr | 836             | 232         | 1.296           | 233         |
| 12 | 1000 gr | 1.538           | 234         | 1.166           | 234         |
| 13 | 1000 gr | 836             | 233         | 1.874           | 222         |
| 14 | 1000 gr | 1.538           | 232         | 1.742           | 233         |
| 15 | 1000 gr | 1.602           | 232         | 1.096           | 234         |
| 16 | 1000 gr | 1.674           | 232         | 1.438           | 233         |
| 17 | 1000 gr | 1.604           | 232         | 1.464           | 233         |
| 18 | 1000 gr | 1.048           | 234         | 1.618           | 233         |
| 19 | 1000 gr | 1.268           | 234         | 1.452           | 233         |
| 20 | 1000 gr | 1.236           | 234         | 1.698           | 232         |
| 21 | 1000 gr | 1.110           | 234         | 1.166           | 234         |
| 22 | 1000 gr | 1.038           | 234         | 1.690           | 230         |
| 23 | 1000 gr | 1.250           | 231         | 1.854           | 221         |
| 24 | 1000 gr | 1.544           | 232         | 2.008           | 216         |
| 25 | 1000 gr | 1.652           | 231         | 1.524           | 234         |
| 26 | 1000 gr | 1.742           | 230         | 1.570           | 234         |
| 27 | 1000 gr | 1.822           | 227         | 1.158           | 234         |
| 28 | 1000 gr | 1.660           | 231         | 1.632           | 233         |
| 29 | 1000 gr | 1.462           | 233         | 1.830           | 230         |
| 30 | 1000 gr | 1.478           | 233         | 1.564           | 234         |

Pengujian *conveyor* dengan beban 1000 gr sebanyak 30 kali percobaan dengan ketinggian yang berbeda, pada percobaan pertama alat diuji dengan menjatuhkan beban ketinggian 3 cm diatas *belt conveyor*, kemudian pada percobaan kedua dengan menjatuhkan beban dari ketinggian 5 cm diatas permukaan *belt conveyor*, dapat ditampilkan bahwa sensor telah mendeteksi beban dengan cukup akurat.

**Tabel 4.** Pengujian Dengan Beban 1500 gr.

| NO | BEBAN   | KETINGGIAN 3 CM |             | KETINGGIAN 5 CM |             |
|----|---------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
|    |         | INPUT(gr)       | OUTPUT(rpm) | INPUT(gr)       | OUTPUT(rpm) |
| 1  | 1500 gr | 1.600           | 232         | 2.000           | 192         |
| 2  | 1500 gr | 1.442           | 234         | 2.144           | 190         |
| 3  | 1500 gr | 1.472           | 232         | 2.172           | 186         |
| 4  | 1500 gr | 1.508           | 232         | 2.350           | 179         |
| 5  | 1500 gr | 1.730           | 215         | 2.306           | 180         |
| 6  | 1500 gr | 1.666           | 224         | 2.332           | 181         |
| 7  | 1500 gr | 1.782           | 201         | 2.544           | 168         |
| 8  | 1500 gr | 1.584           | 227         | 2.572           | 166         |
| 9  | 1500 gr | 1.786           | 204         | 2.584           | 163         |
| 10 | 1500 gr | 1.432           | 221         | 2.532           | 169         |
| 11 | 1500 gr | 1.566           | 243         | 2.204           | 188         |
| 12 | 1500 gr | 1.744           | 210         | 2.068           | 191         |
| 13 | 1500 gr | 1.650           | 228         | 2.582           | 163         |
| 14 | 1500 gr | 1.844           | 200         | 2.288           | 180         |
| 15 | 1500 gr | 1.834           | 198         | 2.478           | 170         |
| 16 | 1500 gr | 1.926           | 195         | 2.286           | 189         |
| 17 | 1500 gr | 1.506           | 231         | 2.044           | 191         |
| 18 | 1500 gr | 1.468           | 227         | 2.106           | 190         |
| 19 | 1500 gr | 1.764           | 210         | 2.284           | 190         |
| 20 | 1500 gr | 1.754           | 217         | 2.600           | 161         |
| 21 | 1500 gr | 1.984           | 192         | 2.776           | 164         |
| 22 | 1500 gr | 1.890           | 200         | 2.704           | 163         |
| 23 | 1500 gr | 1.944           | 224         | 2.642           | 162         |
| 24 | 1500 gr | 1.966           | 227         | 2.746           | 163         |
| 25 | 1500 gr | 1.464           | 230         | 2.046           | 187         |
| 26 | 1500 gr | 1.526           | 234         | 2.476           | 170         |
| 27 | 1500 gr | 1.416           | 242         | 2.168           | 191         |
| 28 | 1500 gr | 1.554           | 236         | 2.326           | 189         |
| 29 | 1500 gr | 1.598           | 225         | 2.478           | 170         |
| 30 | 1500 gr | 1.762           | 215         | 2.748           | 164         |

Pengujian *conveyor* dengan beban 1000 gr sebanyak 30 kali percobaan dengan ketinggian yang berbeda, pada percobaan pertama alat diuji dengan menjatuhkan beban ketinggian 3 cm diatas *belt conveyor*, kemudian pada percobaan kedua dengan menjatuhkan beban dari ketinggian 5 cm diatas permukaan *belt conveyor*, dapat ditampilkan bahwa sensor telah mendeteksi beban dengan cukup akurat.

Hasil dari beberapa percobaan diatas menunjukan hasil deteksi sensor loadcell yang berfungsi sangat baik, sehingga *system conveyor* ini dapat berfungsi dengan optimal dan memiliki efektifitas yang tinggi. Pembacaan *fuzzy logic* dengan penyajian data yang telah ditampilkan pada tabel 4.2, 4.3 dan 4.4 diatas telah menunjukan hasil dari percobaan yang telah dilakukan.

## Analisis Data

Merujuk pada data yang disajikan pada tabel 4.2, 4.3 dan 4.4 yang selanjutnya data tersebut dianalisa untuk mengetahui bagaimana tingkat keefektifan kinerja dari *system conveyor* menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mengurangi beban *overload* pada kapal *floating conveyor*. Setelah dilakukan pengujian sejumlah 30 kali, hasil dari deteksi sensor berat *loadcell* yang mampu menunjukkan perubahan parameter data yang akurat ketika dilakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa prototipe sistem *conveyor* ini bekerja dengan sangat baik sesuai dengan desain awal. Sistem kontrol berbasis *fuzzy logic* dan sensor *loadcell* mampu memberikan hasil yang akurat dan optimal, memastikan *conveyor* dapat menangani berbagai beban secara efektif. Dengan menggunakan metode *Center of gravity* (COG), diperoleh nilai defuzzifikasi sebesar 127,5 rpm. Implementasi kontrol ini menunjukkan bahwa sistem memiliki mekanisme stabilisasi otomatis yang mendukung keandalan operasional *conveyor*. Sistem kontrol yang dirancang memastikan motor dapat kembali ke kecepatan stabil dengan menyesuaikan tegangan *input*. Hal ini menunjukkan keberhasilan algoritma kontrol berbasis metode COG dalam menjaga kestabilan kecepatan motor.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pengujian statis, pengujian dinamis, serta rumusan masalah *overload system* pada kapal *floating* dengan metode *fuzzy logic* menggunakan *microcontroller* Arduino uno R3, serta telah melakukan analisis data pada *system* tersebut maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut;

- 1) Sistem *conveyor* ini dirancang untuk mengurangi tingginya resiko beban berlebih pada saat bongkar muat, dilengkapi dengan sensor berat *loadcell* yang mampu mendeteksi jumlah beban yang diterima. Alat ini menggunakan 2 buah sensor *loadcell* yang saling terkalibrasi satu sama lain hal ini bertujuan agar data yang diterima memiliki akurasi yang tinggi, kemudian data tersebut di kalkulasikan dengan metode *fuzzy logic*. *Fuzzy logic* terbukti dapat menangani perubahan berat dengan sangat cepat dengan berat yang berbeda pada alat *conveyor*.
- 2) Prototipe *system* ini telah diuji dengan menyeluruh, menunjukan kinerja yang baik dan mampu meningkatkan keefektifan dalam proses bongkar muat batu bara. Hasil pengujian pada tabel 4.2, 4.3 dan 4.4 mengkonfirmasi kemampuan sensor *loadcell* untuk mendeteksi dengan cepat perubahan jumlah beban muatan. Meski demikian dalam hasil pengujian prototipe ini perlu adanya pengembangan teknologi agar nantinya dapat

diterapkan pada kapal floating. Hal tersebut disebabkan oleh faktor mekanis, penelitian ini bertujuan untuk bereksperimen tentang permasalahan yang sering terjadi pada kapal *floating conveyor*. Prototipe ini menggunakan skala 1:1.000, maka dari itu nantinya penelitian ini menjadi tolak ukur untuk pengembangan teknologi yang dapat mempercepat proses kegiatan bongkar muat batu bara yang dilakukan di lepas pantai.

## Saran

Berdasarkan perancangan dan pengujian prototipe *overload system*, penulis memahami bahwasanya masih terdapat sejumlah kekurangan dalam perancangan prototipe *overload system* pada kapal *floating*. Diharapkan saran ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi, serta dapat dikembangkan dimasa yang akan datang. Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut.:

- 1) Menggunakan sensor dengan tingkat keakuratan lebih tinggi serta dengan melakukan pengkalibrasian terhadap sensor secara berkala guna menghasilkan hasil deteksi yang lebih akurat.
- 2) Mengembangkan alat ini dengan menambahkan teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam monitoring system dan untuk mengetahui jumlah beban yang telah diterima oleh *hopper feeder* serta mempermudah pemantauan dari jarak jauh.
- 3) Membuat mekanik *conveyor* yang lebih kompleks sehingga dapat meningkatkan proses bongkar muat menjadi lebih baik. Menambahkan sensor-sensor pada bagian-bagian tertentu yang sering terjadi kerusakan untuk mengetahui seberapa lama komponen-komponen tersebut dapat digunakan.

## REFERENSI

- Anwar, M., & Rosadi, F. (2016). Pengendalian otomatis sistem pencahayaan menggunakan mikrokontroler. *Jurnal Otomasi dan Teknologi*, 8(4), 98-106.
- Lestari, I. P., & Taufik, I. (2019). Rancang bangun alat pengukur suhu dan kelembaban berbasis IoT. *Jurnal Teknologi dan Informatika*, 6(2), 112-120.
- Lestari, O., & Candra, O. (2021). System otomasi pensortiran barang berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, 7(1).
- Murdiyanto, E., Suwondo, S., & Saifudin, A. (n.d.). Bongkar muat batu bara dari tongkang ke MV. Glovis Daylight di Muara Berau Anchorage Samarinda. Politeknik Pelayaran Semarang.
- Mursofa, M. F. (2023). Rancang bangun screw feeder untuk pengumpan jagung dengan kapasitas 15 kg/menit (Tugas Akhir, Universitas Diponegoro).

- Nasution, A. N., Asri, R., Rosdiana, & Nisa, F. (2022). Perancangan alat penimbang kacang tanah otomatis menggunakan sensor berat (load cell single point). *Jurnal Energi Elektrik*, 11(2).
- Prasetyo, A. D., & Setiawan, A. (2018). Desain sistem pemantauan suhu dan kelembaban dengan IoT berbasis Arduino. *Jurnal Teknik dan Inovasi*, 10(1), 55-65.
- Ridhamuttaqin, A., Agus, & Emir. (2013). Rancang bangun model sistem pemberi pakan ayam otomatis berbasis fuzzy logic control. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 7.
- Santoso, W., & Hariyanto, A. (2017). Penerapan sistem monitoring suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11 berbasis IoT. *Jurnal Elektronika dan Informatika*, 14(3), 134-145.
- Setiawan, D., & Arifin, D. (2019). Sistem kendali otomatis pada mesin pengemas produk menggunakan PLC. *Jurnal Teknologi dan Sistem Otomasi*, 9(2), 122-134.
- Syawalialia, R. A., Rasyad, S., & Pratama, D. A. (2020). Implementasi fuzzy logic pada sistem sortir otomatis alat penghitung jumlah buah apel. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*.
- Tanjung, E., & Mahardika, D. (2021). Pengembangan sistem otomatisasi berbasis PLC untuk pengendalian mesin produksi. *Jurnal Sistem Kontrol dan Otomasi*, 8(1), 53-62.
- Widagdo, C. Y., Koesmarijianto, & Arinie, F. (2020). Sistem pencatatan hasil timbangan menggunakan sensor loadcell melalui database berbasis Arduino UNO. *Jurnal Telekomunikasi dan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang*.
- Yuliana, D., & Fahmi, R. (2020). Implementasi sistem kontrol suhu pada proses pemanas menggunakan PID controller. *Jurnal Teknik Industri*, 7(2), 74-82.
- Zulkarnain, H., & Fadli, R. (2017). Rancang bangun sistem pemantauan ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik berbasis Arduino. *Jurnal Rekayasa Teknologi*, 12(2), 45-54.