

IMPLEMENTASI PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER PADA SISTEM SORTIR KEPITING BAKAU OTOMATIS BERDASARKAN BERAT

Ahmad Handika Nadyawan¹, Diana Rahmawati², Hanifudin Sukri³
Universitas Trunojoyo Madura
*handikanadiawan84@gmail.com*¹, *diana.rahmawati@trunojoyo.ac.id*²,
*hanifudinsukri@trunojoyo.ac.id*³

ABSTRAK

Pada awal tahun 1980an, salah satu komoditas perikanan yaitu kepiting bakau menjadi salah satu komoditas penting di Indonesia. Sebagian besar potensi ekonomi berasal dari kekayaan laut dalam hal ini produksi kepiting bakau yang meningkat khususnya di Desa Ujungpangkah Kabupaten Gresik dipengaruhi oleh banyaknya permintaan berbagai macam jenis kepiting bakau setiap harinya. Permasalahan mendasar dalam proses hasil panen kepiting bakau masih mempergunakan cara konvensional yaitu dengan cara menimbang dan menyortir satu persatu jenis kepiting berdasarkan beratnya, sehingga banyak membutuhkan tenaga manusia dan waktu yang cukup lama dalam menyelesaikan proses tersebut akibatnya dalam proses pendistribusian dan pemasaran sering terjadi keterlambatan, hal itu sangat mempengaruhi hasil panen dan juga kepercayaan pelanggan. Penelitian kali ini akan merancang sebuah sistem otomasi yang sesuai dengan kondisi di lapangan yaitu sebuah sistem sortir kepiting bakau otomatis yang dikontrol penuh oleh *Programmable Logic Controller* (PLC) Omron CP1E-N30DT-A dan Arduino NANO yang saling berkomunikasi untuk memberikan instruksi logika serta kontroler PID (*Proportional Integral Derivative*) sebagai pengendali motor DC (*Direct Current*) konveyor, alat sortir yang dibuat yaitu berupa konveyor yang membawa kepiting ke tempat pembacaan beban otomatis yaitu sensor *load cell*.

Kata kunci : Kepiting Bakau, Konveyor, *Load Cell*, *Programmable Logic Controller*, PID

ABSTRACT

In the early 1980s, one of the fishery commodities, namely mud crabs, became an important commodity in Indonesia. The majority of the economic potential came from the wealth of the sea, specifically the increased production of mud crabs, especially in Ujungpangkah Village, Gresik Regency. This increase was influenced by the high demand for various types of mud crabs every day. The fundamental problem in the harvesting process of mud crabs still relied on conventional methods, which involved weighing and sorting each crab based on its weight. This method required a significant amount of manpower and time to complete the process, resulting in delays in distribution and marketing, which significantly affected the harvest yield and customer trust. This research aims to design an automation system that suits the field conditions, specifically an automatic sorting system for mud crabs controlled by a Programmable Logic Controller (PLC) Omron CP1E-N30DT-A and Arduino NANO, which communicate with each other to provide logical instructions. The system also employs a PID (Proportional Integral Derivative) controller to control the DC (Direct Current) motor of the conveyor. The sorting device created is a conveyor that transports the crabs to an automatic load cell sensor for weight reading.

Keywords: *Mud Crab, Conveyor, Load Cell, Programmable Logic Controller, PID*

PENDAHULUAN

Negara kepulauan seperti Indonesia memiliki sumber daya yang potensial dari hasil laut dan pesisir. Kepiting bakau menjadi nilai ekonomis dari hasil laut yang berpotensi untuk dikembangkan. Sejak tahun 1980an kepiting bakau menjadi komoditas perikanan yang penting di Indonesia. Stok alam kepiting bakau diperoleh dari penangkapan di perairan pesisir menjadi pemenuhan kebutuhan kepiting bakau di Indonesia. Mangrove atau daerah estuaria menjadi kawasan penangkapan kepiting bakau sekitar 80% sedangkan 20% dihasilkan dari budidaya hasil air payau di tambak [1]. Volume ekspor kepiting dan rajungan di Indonesia sendiri mencapai 29.038 ton, dibuktikan dengan nilai ekspor kepiting dan rajungan senilai US\$ 321.842. Terjadi peningkatan nilai ekspor rajungan pada Januari-November 2016-2017 sebesar 29,46%. Dari tahun 2012 sampai tahun 2017 nilai yang tumbuh sebesar 6,06% sebagaimana dilaporkan oleh Dirjen Budidaya Perairan. Dilihat dari tingginya angka permintaan kepiting akan memicu intensitas penangkapan kepiting yang semakin tinggi di alam [2].

Pada dasarnya yang menjadi penentu dalam pemasaran kepiting bakau yaitu keseragaman berat kepiting. Berat kepiting bakau yang akan menentukan harga di pasaran [5]. Potensi ekonomi menjadi besar disebabkan karena kekayaan laut dan meningkatnya produksi kepiting bakau di Indonesia yang dipengaruhi akibat banyaknya permintaan berbagai macam jenis kepiting. Kepiting yang siap jual maupun siap ekspor di pasaran yaitu beratnya sekitar 100-500 gram bahkan ada yang melebihi dan harganya pun berbeda-beda sesuai berat maupun jenisnya. Di berbagai kota besar di Indonesia telah banyak dijumpai teknologi industri yang mumpuni namun untuk daerah pelosok yang berada di pesisir kabupaten Gresik yakni desa Ujungpangkah proses produksi pemilihan jenis kepiting pasca panen masih dikelola atau disortir secara manual. Dengan penggunaan sistem otomatis berbasis PLC, nelayan dan pengepul kepiting bakau di desa Ujungpangkah Gresik dapat memudahkan dan mempercepat proses hasil panen yang akan dicapai. Namun penerapan sistem kontrol pada sistem panen budidaya kepiting bakau di desa Ujungpangkah masih mempergunakan cara yang konvensional yaitu dengan cara menimbang dan menyortir satu persatu jenis kepiting berdasarkan beratnya, sehingga pekerjaan menjadi kurang efektif dan kurang efisien dalam menyelesaikan proses tersebut alhasil dalam proses pendistribusian dan pemasaran sering terjadi keterlambatan sehingga sangat mempengaruhi hasil panen dan juga kepercayaan pelanggan.

Salah satu faktor meningkatnya hasil panen kepiting bakau yaitu cepatnya proses pemilahan dan pengiriman barang agar meningkatkan kepercayaan konsumen. Berdasarkan latar belakang tersebut, dibutuhkan alat yang efektif. Oleh karena itu penelitian ini berfokus pada pembuatan alat sortir yang sesuai dengan kebutuhan yaitu pembuatan sistem sortir dan timbangan secara otomatis yang mana terdapat 4 sortiran yang dibuat sesuai dengan harga yang ada di pasaran. Berdasarkan kebutuhan tersebut maka penelitian ini berpacu pada implementasi PLC pada sistem sortir kepiting bakau otomatis berdasarkan berat menggunakan sensor load cell sebagai pendeteksi berat kepiting. Dengan adanya alat tersebut maka proses penyortiran akan lebih mudah karena dikendalikan langsung oleh sistem kontrol PLC CP1E yang mana PLC ini cocok untuk diimplementasikan pada sistem industri menengah ke bawah (Home Industry). Alat sortir yang dibuat yaitu berupa konveyor yang membawa kepiting ke tempat pembacaan beban secara otomatis yaitu sensor load cell. Berat yang dibaca oleh sensor load cell akan diubah menjadi data digital dan modul HX711 mengubah perubahan yang diukur, perubahan resistansi dan mengubahnya ke dalam besaran tegangan dan nantinya besaran ini di proses oleh mikrokontroler arduino dan selanjutnya akan diteruskan ke PLC untuk dikelola dan memberikan outputan kepada motor sortir yang dikendalikan oleh modul relay. Selanjutnya jika beban sudah terbaca maka otomatis pneumatik bergerak untuk mendorong kepiting ke konveyor kedua dan pintu sortir 1,2 atau 3 akan terbuka otomatis sesuai dengan kategori berat yang terbaca, jika berat yang terbaca tidak sesuai dengan kategori nilai yang ditentukan maka ketiga pintu sortir tidak bergerak dan konveyor akan tetap membawa kepiting bakau menuju box yang tidak sesuai dengan kategori berat. Dengan adanya alat ini para nelayan akan memperoleh lebih banyak keuntungan menggunakan alat ini karena dapat meningkatkan jumlah produksi serta permintaan dalam memenuhi kebutuhan pasar.

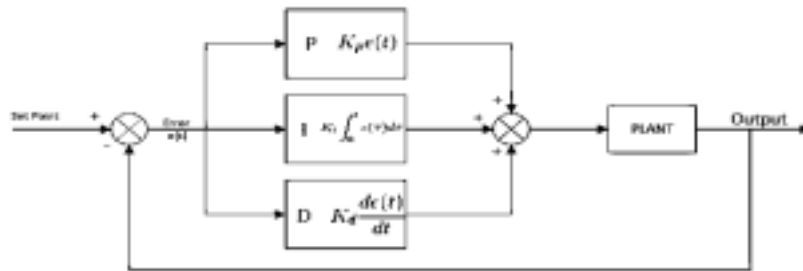
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan ekonomi para nelayan dan juga pelaku usaha khususnya para pengepul maupun pendistributor kepiting bakau di desa Ujungpangkah kabupaten Gresik dengan kondisi

permintaan pasar. Prinsip kerja dari alat penyortir ini diharapkan berjalan dengan efektif dan dapat mengoptimalkan pembuatan alat ini agar berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan.

METODE

A. Kontroler PID

Kontroler PID (*Proportional Integral Derivative*) dapat disebut Mekanisme *feedback control* yang biasanya digunakan didalam sistem kontroler industri. Kontrol PID secara menerus menghitung nilai kesalahan untuk perbedaan pada setpoint yang diinginkan dan variabel proses yang diukur[16]. Tujuan dari desain sistem kontrol adalah mengatur putar kecepatan motor untuk mencapai titik setel sehingga motor bisa bekerja dengan berbagai kecepatan putar yang diinginkan. Desain sistem kendali kecepatan motor digambarkan pada diagram blok berikut:



Gambar 1 Diagram Blok Kendali PID

Secara asli, sinyal error adalah perbedaan antara set point dan *output plant*. Ditulis secara matematis [18]:

$$Error(t) = SP(t) - PV(t) \quad (2.1)$$

Keterangan:

SP = masukan nilai yang direncanakan atau *setpoint*

PV = *present value* atau *output plant*

Error = perhitungan dari SP-PV

Dilihat dari blok diagram diatas terdapat sebuah persamaan matematis dari output nilai sistem kontrol PID sebagai berikut:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2.2)$$

Keterangan

U(t) : Sinyal Kontrol.

Kp : Konstanta Proporsional.

Ki : Konstanta Integral.

Kd : Konstanta Diferensial.

Penentuan konstanta PID dapat dilakukan dengan proses tuning. Dalam kontrol ini juga dibutuhkan konstanta K, T dan d. K merupakan perbandingan antara kecepatan motor terukur (rps) dan perintah pengendalian motor (pwm), T adalah waktu konstan (s) dan d adalah delay (s). Konstanta K diperoleh dengan membedakan nilai PWM dan juga kecepatan motor. Nilai K, T dan d yang diperoleh digunakan untuk memutuskan koefisien Kp, Ti dan Td dengan Metode *Internal Control* (MIC). Penentuan nilai Kp, Ti dan Td dengan Metode *Internal Control* (MIC), dengan persamaan berikut[16].

$$K_p = \frac{1}{K} [1 + 0.5 \frac{K_d}{T_d}]$$

$$T_i = T + 0.5d$$

$$T_d = \frac{2T_c + T_c(2.3)}{K}$$

Dimana:

K : konstanta perbandingan kecepatan motor terukur (rps)

T : Waktu konstan(s)

D : delay atau dead time (s)

Tc : Kontrol waktu (s)

T_i : Konstanta Integral

T_d : Konstanta Derivatif

Transien respon dari sistem kontroler seringkali melihatkan osilasi teredam sebelum tercapai keadaan tunak. Dalam penentuan karakter tanggapan transien dari suatu sistem kendali terhadap masukan langkah satuan, parameter berikut biasanya yang di gali sebagai berikut:

1. Waktu tunda (*delay time*), td.
2. Waktu naik (*rise time*), tr.
3. Waktu puncak (*peak time*) tp.
4. Maksimum lewatan (*maximum overshoot*), Mp.
5. Penetapan waktu (*settling time*), ts.

Tuning parameter berfungsi untuk melakukan *set up* terhadap parameter parameter PID (K_p,K_i,dan K_d) dan parameter lain seperti *time settling*, penentuan *set point*, dan lain-lain. Langkah-langkah metode tuning tersebut sebagi berikut.

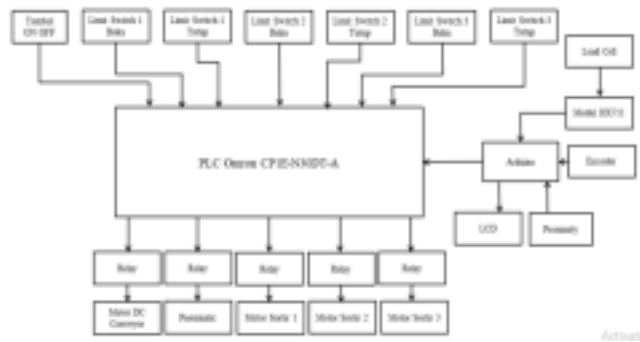
1. Buat sistem loop tertutup dengan pengontrol P dan *plant* di dalamnya. 2. Kemudian hanya dengan menggunakan ukuran kontrol proporsional, dengan Ki=0, Kd=0 nilai dinaikkan dari nol ke nilai kritis K_{cr}, di sini awal output memiliki osilasi berkesinambungan.
3. Dari output yang berosilasi secara otomatis kontinyu, penguatan kritis K_{cr} dan periode P_{cr} dapat ditentukan.
4. Hitung nilai K_p, T_i dan T_d sesuai aturan dari *Ziegler-Nichols* yaitu $K_p = 0,6 \frac{K_{cr}}{P_{cr}}$, $T_i = 0,5 P_{cr}$ dan $T_d = 0,125 P_{cr}$
5. Ki dan Kd didapatkan dengan menggunakan perhitungan berikut.

$$K_i = \frac{K_{cr}}{P_{cr}}$$

$$K_d = K_p \times T_d$$

$$K_d = K_p \times T_d$$

B. Diagram Blok



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

Gambar merupakan penjelasan dari urutan kerja sistem. Dari alur kerja diatas dapat dilihat yaitu PLC Omron CP1E-N30DT-A dan arduino sebagai pengontrol utama yang saling berkomunikasi dari sistem kerja alat, yang pertama adanya tombol on off fungsinya untuk menghidupkan juga mematikan seluruh kerja sistem termasuk motor DC untuk menjalankan konveyor pembawa keping selanjutnya sensor *load cell* digunakan sebagai timbangan untuk menentukan berat keping dan modul HX711 mengkonversi sinyal output dari sensor *load cell* untuk memberi inputan ke arduino dan mengkomunikasikan ke PLC untuk mengelola dan menentukan motor sortir mana yang bekerja sesuai data berat yang diterima dan untuk limit Switch 1,2,3 buka juga digunakan untuk memberi inputan PLC yang akan dikelola untuk memberikan outputan pada relay untuk mengendalikan motor sortir pada saat waktu pintu sortir membuka begitu juga sebaliknya untuk limit Switch 1,2,3 tutup. Arduino UNO juga mengolah sinyal seperti set point dan sensor kecepatan rotary encoder yang nantinya akan dihitung dengan program PID untuk mendapatkan kecepatan yang diinginkan. Dan untuk silinder pneumatik digunakan sebagai pendorong keping menuju konveyor setelah proses pembacaan berat telah selesai, sedangkan untuk sensor proximity berguna sebagai pendeteksi keping pada konveyor untuk mentrigger *load cell*.

HASIL

A. Hasil Pembuatan Alat

Perancangan sistem sortir keping bakau otomatis terdiri dari 2 proses yaitu proses penimbangan atau pembacaan beban keping dan proses sortir ke tempat sesuai beban yang terbaca oleh *load cell*. Terdapat 4 kategori beban yang akan tersortir secara otomatis. Berikut merupakan gambaran alat sortir keping bakau otomatis berdasarkan berat secara menyeluruh.



Gambar 3 Hasil Pembuatan Alat

Proses awal yaitu meletakkan keping bakau ke konveyor pertama, dimana disamping konveyor pertama tersebut terdapat sensor proximity yang berfungsi sebagai counter guna menghitung berapa banyak jumlah keping yang akan masuk dalam proses selanjutnya. Setelah itu keping bakau akan jatuh ke tempat pembacaan beban dan setelah beban terbaca maka otomatis silinder *pneumatik* akan mendorong keping ke konveyor kedua yang terdapat 3 motor DC untuk menghadang dan

membawa laju keping bakau sesuai beban yang terbaca oleh sensor berat. Terdapat 4 kategori beban keping bakau yang akan disortir oleh motor DC yaitu kategori kecil, sedang, berat, dan tidak termasuk kategori (nihil). Jikalau beban keping yang terbaca sebesar 110-160 gram maka otomatis motor DC 1 akan berputar ke kiri untuk menghalangi laju keping dan akan berputar ke kanan untuk membawa ke wadah keping golongan kecil. Jikalau beban keping yang terbaca sebesar 161-210 gram maka otomatis motor DC 2 akan berputar ke kiri untuk menghalangi laju keping dan akan berputar ke kanan untuk membawa ke wadah keping golongan sedang. Jikalau beban keping yang terbaca sebesar 211 gram keatas maka otomatis motor DC 3 akan berputar ke kiri untuk menghalangi laju keping dan akan berputar ke kanan untuk membawa ke wadah keping golongan besar. Jikalau beban yang terbaca di bawah 110 gram maka motor sortir tidak akan terbuka.

B. Hasil Pengujian

Pada pengujian secara keseluruhan terdapat pengujian menggunakan keping bakau sebagai objek sortir. Proses ini diulang 54 kali dengan berat secara acak untuk pengujian. Berikut adalah hasil pengujian sortir keping bakau otomatis yang ditunjukkan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1 Tabel pengujian keseluruhan sistem sortir keping

Percobaan	Hasil Percobaan		Kategori	Keterangan	Selisih	Error (%)
	Timbangan Manual (gr)	Sistem (gr)				
1	203	203.06	Sedang	Sesuai	0.06	0.03
2	144	144.05	Kecil	Sesuai	0.05	0.03
3	155	155.06	Kecil	Sesuai	0.06	0.04
4	147	147.08	Kecil	Sesuai	0.08	0.05
5	157	157.10	Kecil	Sesuai	0.10	0.06
6	154	154.02	Kecil	Sesuai	0.02	0.01
7	435	434.79	Besar	Sesuai	0.21	0.05
8	147	147.13	Kecil	Sesuai	0.13	0.09
9	128	128.06	Kecil	Sesuai	0.06	0.05
10	125	124.64	Kecil	Sesuai	0.36	0.29
11	415	415.66	Besar	Sesuai	0.66	0.16
12	380	381.30	Besar	Sesuai	1.30	0.34
13	250	250.78	Besar	Sesuai	0.78	0.31
14	132	132.54	Kecil	Sesuai	0.54	0.41

15	127	127.20	Kecil	Sesuai	0.20	0.16
16	246	245.99	Besar	Sesuai	0.01	0.00
17	273	273.24	Besar	Sesuai	0.24	0.09
18	389	389.78	Besar	Sesuai	0.78	0.20
19	154	154.12	Kecil	Sesuai	0.12	0.08
20	273	273.24	Besar	Sesuai	0.24	0.09
21	622	620.96	Besar	Sesuai	1.04	0.17
22	372	373.02	Besar	Sesuai	1.02	0.27
23	81	81.83	Nihil	Sesuai	0.83	1.02
24	91	90.22	Nihil	Sesuai	0.78	0.86
25	155	155.14	Kecil	Sesuai	0.14	0.09
26	107	107.29	Nihil	Sesuai	0.29	0.27
27	144	144.54	Kecil	Sesuai	0.54	0.37
28	229	230.49	Besar	Sesuai	1.49	0.65
29	156	156.85	Kecil	Sesuai	0.85	0.54
30	326	327.91	Besar	Sesuai	1.91	0.59
31	188	188.90	Sedan g	Sesuai	0.90	0.48
32	70	71.06	Nihil	Sesuai	1.06	1.51
33	334	334.82	Besar	Sesuai	0.82	0.25
34	196	197.27	Sedan g	Sesuai	1.27	0.65
35	151	152.77	Kecil	Sesuai	1.77	1.17
36	113	113.74	Kecil	Sesuai	0.74	0.65
37	129	129.72	Kecil	Sesuai	0.72	0.56
38	57	57.14	Nihil	Sesuai	0.14	0.25

40	93	92.84	Nihil	Sesuai	0.16	0.17
41	167	168.92	Sedan g	Sesuai	1.92	1.15
42	109	109.94	Kecil	Sesuai	0.94	0.86
43	131	131.18	Kecil	Sesuai	0.18	0.14
44	366	368.06	Besar	Sesuai	2.06	0.56
45	175	177.05	Sedan g	Sesuai	2.05	1.17
46	195	197.59	Sedan g	Sesuai	2.59	1.33
47	240	245.99	Besar	Sesuai	5.99	2.50
48	245	230.49	Besar	Sesuai	14.51	5.92
49	188	197.59	Sedan g	Sesuai	9.59	5.10
50	200	203.06	Sedan g	Sesuai	3.06	1.53
51	167	177.05	Sedan g	Sesuai	10.05	6.02
52	161	167.48	Sedan g	Sesuai	6.48	4.02
53	204	200.01	Sedan g	Sesuai	3.99	1.96
54	250	257.42	Sedan g	Sesuai	7.42	2.97
Rata-rata					1.63	0.86

Berdasarkan uji hasil yang dilakukan dengan 54 data yaitu dengan menggunakan 54 ekor kepiting bakau yang diaplikasikan pada sistem sortir tersebut berfungsi dengan baik. Akan tetapi pada 11 percobaan terakhir terjadi sedikit error pada pembacaan beban, itu dikarenakan waktu pengujian terjadi sedikit kebocoran arus pada power supply. Yang mana mekanisme peletakan sensor *load cell* pada sistem itu menempel dengan body alat yang bersifat konduktor sedangkan panel yang didalamnya terdapat power supply yang menempel dengan body alat alhasil sensor *load cell* teraliri arus bocor yang menyebabkan sedikit error pada pembacaan. Dikarenakan sensor *load cell* sendiri sensitif dan rawan akan kerusakan. Akan tetapi secara keseluruhan penggunaan alat sortir kepiting bakau secara otomatis berbasis *programmable logic control* dengan sistem penggerak berupa konveyor ini mencapai keberhasilan 100% dan kegagalan menunjukkan 0%. Dibawah ini perhitungan dari presentase keberhasilan dan kegagalan sistem.

$$54 \times 100 = 100 \%$$

$$\frac{54}{100} \times 100 = 54 \%$$

Untuk menghitung tingkat error dengan menggunakan rumus berikut.

$$\frac{1.63}{100} \times 100 = 1.63 \%$$

Pada tabel pengujian sistem sortir keping bakau otomatis terdapat nilai error pada sistem timbangan sensor *load cell* sebesar 1,63%.

	M
	800
) r	600
	400
	200
	0
g	1 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31 34
(37 40 43 46 49 52 Jumlah
a	
s	Timbangan Manual Timbangan
s	Alat
a	

Gambar 4 Grafik pengujian sistem sortir keping bakau otomatis

Pada grafik diatas terlihat ada sedikit perbandingan selisih nilai sebesar 1.63 antara timbangan manual dan timbangan sistem alat itu dikarenakan ada sedikit kebocoran arus pada panel yang menempel dengan body yang mengakibatkan sedikit ke-erroran pada sensor *load cell*. Dikarenakan cara kerja *load cell* sendiri menghasilkan keluaran pada tegangan melalui pergantian pada resistansi yang dihasilkan pada pergantian posisi dari penyangga, sedangkan posisi penyangga tersebut menempel dengan body yang teraliri arus bocor. Hal itu bisa ditanggulangi dengan cara menambah isolator pada mekanisme peletakan sensor.

B. Analisa

Dari hasil penelitian ini berhasil membuat alat sortir keping bakau otomatis berdasarkan berat dengan mengimplementasikan PLC CP1E-N30DT-A dan juga mengimplementasikan Arduino Nano untuk saling mentrigger dan saling berkomunikasi serta mengontrol logika pada sistem sortir. Motor sortir dalam pengujiannya terdapat 3 motor sortir. Pengujian motor sortir pada sistem ini menggunakan motor DC 12V yang berfungsi sebagai output pada sistem dan berfungsi sebagai penghalang serta penggiring laju keping menuju box yang sesuai dengan berat yang ditentukan. Pergerakan motor sortir putar kanan dan kiri dikontrol oleh logika yang terbaca oleh program PLC serta dibantu limit switch dalam mematikan pergerakannya.

Sensor proximity E18-D80NK atau sensor *infrared* berfungsi sebagai pendeteksi adanya objek yang lewat dan juga berfungsi sebagai counter untuk menghitung berapa banyak jumlah objek yang terbaca. Pada uji hasil sensor *load cell* digunakan untuk melihat tingkat ketajaman pembacaan dari sistem timbangan alat. *Load cell* digunakan sebagai sensor berat yang dapat mengirimkan data terhadap objek yang diukur. Dalam pengujiannya didapatkan hasil rata-rata selisih sebesar 0.8 maka bisa dikatakan bahwa pengujian sensor *load cell* pada alat sortir keping bakau otomatis sebanding dengan

keakuratan timbangan digital yang dipakai sehari-hari oleh pelaku usaha. Untuk hasil pengujian kecepatan sortir kepiting bakau pada kecepatan *setpoint* 190 rpm dapat mensortir 54 ekor kepiting bakau dalam kurun waktu 3 menit 57 detik atau ± 15 ekor kepiting dalam satu menit, angka itu sedikit lebih cepat dibandingkan dengan sortir manual yang menghasilkan ± 13 ekor kepiting bakau. Alhasil alat ini bisa mempercepat proses pasca panen dan juga dapat mengurangi tenaga manusia yang ada.

Dari perancangan sistem yang dibuat alat ini juga mengimplementasikan kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) dengan metode *Ziegler Nichols* untuk menstabilkan kecepatan motor konveyor saat proses sortir berlangsung memberikan nilai parameter $K_p=1.8, K_i=0.6, K_d=0.5$. Untuk hasil pengujian motor konveyor memiliki kecepatan 190 rpm dan didapatkan *error steady state* sebesar 1,8%. Dalam pengujian keseluruhan sistem dapat menimbang dan mensortir kepiting bakau dengan 4 *range* kategori yaitu 110-160 gram (kecil), 161-210 gram (sedang), 210 gram ke atas (besar) dan 109 ke bawah (nihil). Dari hasil pengujian alat didapatkan tingkat error sebesar 1,63% dan tingkat keberhasilan 100%. Terdapat perbedaan selisih *error* pada 11 percobaan terakhir dikarenakan adanya arus bocor yang mengalir pada body yang menempel dengan sensor *load cell*.

SIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian hasil perancangan, pengimplementasian serta pengujian alat dan sistem yang telah dibuat didapatkan kesimpulan sebagai berikut. 1. PLC CP1E-N30DT-A dan Arduino Nano pada alat ini saling *trigger* dan saling berkomunikasi dengan baik dalam mengontrol sistem logika dari alat sortir kepiting bakau otomatis.

2. Kecepatan motor konveyor menggunakan metode *Ziegler Nichols* dengan kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) menghasilkan nilai parameter $K_p=1.8, K_i=0.6, K_d=0.5$. hasil dari pengujian motor konveyor memiliki kecepatan 190 rpm dan didapatkan *error steady state* sebesar 1,8%, sehingga dapat mensortir 54 ekor kepiting bakau secara acak dalam kurun waktu 3 menit 57 detik atau ± 15 ekor kepiting dalam satu menit, angka itu sedikit lebih cepat dibandingkan dengan sortir manual yang menghasilkan ± 13 ekor kepiting bakau.
3. Pada 54 percobaan pengujian alat didapatkan tingkat error *load cell* sebesar 1,63% dan tingkat keberhasilan 100%. Dengan kata lain tingkat keakuratan pada alat ini sebesar 98,37%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alwafi Ridho Subarkah, "Analisis morfometrik dan kelimpahan kepiting bakau (*Scylla Sp*) di kawasan hutan mangrove di desa banyuurip kecamatan ujung pangkah kabupaten gresik jawa timur, vol. 151, no. 2, pp. 10–17, 2018.
- [2] E. Tiurlan, A. Djunaedi, and E. Supriyantini, "Analisis Aspek Reproduksi Kepiting Bakau (*Scylla sp.*) Di Perairan Kendal, Jawa Tengah," *J. Trop. Mar. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–36, 2019, doi: 10.33019/jour.trop.mar.sci.v2i1.911.
- [3] Syprudin and Darwin, "Sortir Barang Berdasarkan Berat dan Tinggi Berbasis PLC dengan Monitoring Vijeo Citect," vol. 3, no. 1, pp. 181–185, 2018.
- [4] C. Tepe, A. S. Aslan, and İ. Eminoglu, "Conveyor belt experiment setup for programmable logic controller education," *Int. J. Electr. Eng. Educ.*, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1177/0020720920958134.
- [5] Pujono, J. S. Pribadi, I. M. Prasetia, and A. F. Santoso, "Rancang bangun mesin sortir

ikan berdasarkan berat dengan mekanisme pergerakan konveyor,” *Bangun Rekaprima*, vol. 05, no. 2, pp. 9–18, 2019.

- [6] R. A. Fajri, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, U. Muhammadiyah, and S. Utara, “Rancang bangun penyortir barang berdasarkan berat barang menggunakan sensor load cell berbasis plc,” 2017.
- [7] RIZKY WAHYU S., “Rancang Bangun Otomatisasi Sistem Penentuan Kualitas Ikan Berdasarkan Berat Terukur (Bagian II),” *Skripsi, A.Md., Otomasi Sist. Instrumentasi, Univ. Airlangga Surabaya, Surabaya*, no. Bagian I, 2016.
- [8] A. Setiawan, D. Prabowo, J. T. Mesin, and P. N. Cilacap, “Rancang Bangun Mekanisme Pergerakan Conveyor,” *Jur. Tek. Mesin, Politek. Negeri Cilacap*, vol. 06, pp. 1–13, 2020.
- [9] Badruzzaman, T. Endramawan, M. Rahmi, F. Fahad, and K. Kunci, “Analisis Proses Pengujian Kinerja Mesin Fish Grading untuk Sortir Ikan Lele Kapasitas 5 Kg,” *11th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, pp. 253–258, 2020.
- [10] N. Kim and B. Lee, “Stack structured hybrid load cell for a high-stroke system,” *J. Adv. Mech. Des. Syst. Manuf.*, vol. 13, no. 2, pp. 1–7, 2019, doi: 10.1299/JAMDSM.2019JAMDSM0029.
- [11] Z. Seidametova, “Design and development of MOOCs,” *CEUR Workshop Proc.*, vol. 2104, no. 2, pp. 462–471, 2018.
- [12] E. Mandayatma, “Peningkatan Resolusi Sensor Load Cell Pada Timbangan Elektronik,” *J. Eltek*, vol. 16, no. 1, p. 37, 2018, doi: 10.33795/eltek.v16i1.85.
- [13] I. H. Saydee, S. M. G. Mostafa, and B. Al Imran, “Automatic Shrinking and Sorting of Industrial Finished Products,” *2018 Int. Conf. Innov. Sci. Eng. Technol. ICISSET 2018*, no. October, pp. 74–78, 2018, doi: 10.1109/ICISSET.2018.8745634.
- [14] A. Choudhary and S. B. Abidi, “PLC based Sorting System using Metal Detection,” pp. 6350–6355, 2020.
- [15] A. D. Laksono and U. N. S. S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, “0 -70 0,” *Ranc. Bangun Dan Anal. Peralat. Pendeteksi Dini Temp. Mot. Induksi 3 Fasa Dengan Sens. Lm35 Berbas. Zelio Sr2B121Bd*, vol. 09, no. 02, pp. 365 – 373, 2020.
- [16] R. Muhandian and K. Krismadinata, “Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, pp. 328–339, 2020.
- [17] D. Untuk, M. Tugas-tugas, and S. Persyaratan, “Perancangan Alat Pendeteksi Warna Botol Menggunakan Sensor Tcs 3200 Berbasis Arduino,” 2018.
- [18] A. Safaris and H. Effendi, “Rancang Bangun Alat Kendali Sortir Barang Berdasarkan Empat Kode Warna,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. vol.06, no. 02, pp. 399–410, 2020.