

# Perancangan Sistem Pengukur Muatan *Real Time* pada Kapal Penangkap Ikan Tuna

Salsabila Putri Giafi, Eddy Setyo Koenhardono, dan Juniarko Prananda  
Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
e-mail: eddy-k@its.ac.id

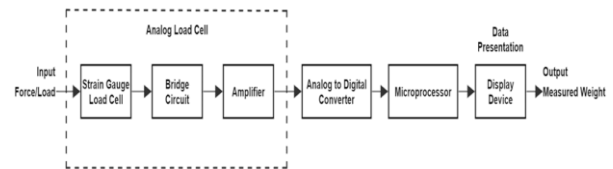
**Abstrak**—Aktivitas illegal fishing menjadi tantangan terbesar bagi Indonesia untuk menjaga teritorial perairannya dari aktivitas pemindahan ikan secara illegal. Guna mengatasi permasalahan tersebut, maka dibutuhkan sistem pengukuran muatan di kapal secara real time. Alat ukur real time juga dapat menggantikan fungsi pengukuran di darat. Hal ini mampu meningkatkan kualitas hasil tangkapan saat pemindahan ikan tuna dari kapal ke cold storage. Metode yang dilakukan adalah pengujian sehingga diperlukan data yang nyata untuk mendukung dan mensimulasikan pelaksanaan penelitian. Penelitian ini berupa Model yang menggunakan load cell sebagai sensor pendeteksi massa ikan dan NodeMCU sebagai mikrokontroler menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE yang terintegrasi dengan Wi-Fi untuk mengirim data ke database MySQL. Database MySQL dibangun dengan bahasa pemrograman PHP dengan alamat host tujuan yaitu 36.92.139.100 dan dipasang password sebagai pengaman dari penyalahgunaan pihak lain. Hasil percobaan sensor pada kondisi kemiringan 12o yang mana dianggap ketika kapal sedang dalam kondisi roll atau trim, menunjukkan penurunan tingkat akurasi sensor dan hasil yang relatif tidak stabil dibandingkan saat kondisi normal. Rata-rata tingkat akurasi pembacaan sensor pada kondisi normal adalah 98,2% dan rata-rata tingkat akurasi pembacaan sensor pada kemiringan 12 derajat adalah 97,1%.

**Kata Kunci**—Database MySQL, Kapal Penangkap Ikan, Load Cell, Massa Tuna, NodeMCU.

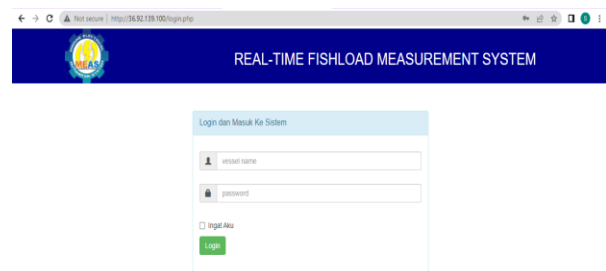
## I. PENDAHULUAN

PADA umumnya, sektor perikanan mempunyai peranan penting dan strategis terhadap pembangunan perekonomian nasional, terutama mengenai perluasan kesempatan kerja, pemerataan pendapatan, peningkatan taraf hidup bangsa, pembudidayaan ikan, sampai pada pihak pelaku usaha di bidang perikanan. Penangkapan ikan dan alat yang dipergunakan berkembang sangat cepat untuk memperoleh ikan dalam waktu relatif singkat dan jumlah yang cukup besar. Perairan Indonesia menyajikan berbagai sumber daya guna kesejahteraan atau kemakmuran bagi bangsa Indonesia baik memenuhi kebutuhan rakyatnya maupun keperluan ekspor suatu negara.

Sementara itu, Indonesia menghadapi suatu tantangan untuk menjaganya dari potensi ancaman akan kelangsungan hidup industri perikanan Indonesia. Salah satu jenis sumber daya ikan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah dari kelompok ikan pelagis besar antaranya adalah tuna. Sumber daya ikan tuna memiliki nilai ekonomis penting dan tersebar hampir di seluruh wilayah di perairan Indonesia. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia, nilai ekonomis tuna dipengaruhi oleh setidaknya 2 faktor. Pertama, citra ikan tuna sebagai ikan yang memiliki kandungan nutrisi yang sangat tinggi seperti protein, omega-3 dan DHA. Kedua, tuna dianggap makanan premium karena praktek penangkapannya relatif sulit dan pengembangan



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Pengukur Muatan.



Gambar 2. Tampilan Halaman Utama Web Server Database.

budidayanya belum optimal. Nilai ekonomis yang dimiliki ikan tuna menjadikannya sebagai salah satu komoditi utama dari subsektor perikanan nasional baik untuk konsumsi maupun komoditi ekspor. Hal tersebut yang menyebabkan besarnya tingkat penangkapan ikan tuna secara ilegal atau *illegal fishing* yang ada di Indonesia.

Aktivitas *illegal fishing* menjadi tantangan terbesar bagi Indonesia untuk menjaga teritorial perairannya dari aktivitas penangkapan ikan secara *illegal* dimana salah satunya adalah aktivitas *illegal transshipment*. Modus *transshipment* artinya pemindahan muatan ikan yang terjadi di tengah lautan lepas dari satu kapal lokal ke kapal asing. Modusnya, kapal tersebut menjual ikannya di laut lepas tanpa melaporkan hasil tangkapannya dan baru melakukan pelaporan pada tangkapan terakhir atau saat periode perizinan hampir berakhir.

Salah satu kasus *illegal transshipment* yang pernah terjadi adalah saat operasi pengawasan selama 18-19 Maret 2021 oleh kapal pengawas perikanan KKP. Dalam operasi pengawasan tersebut, terdapat 8 kapal yang diamankan karena melanggar ketentuan operasional. Kapal Pengawas Perikanan Hiu 09 mengamankan Kapal Pengangkut Wira Samudra B (124 GT) di perairan Madura karena diduga melakukan *illegal transshipment* karena tidak bisa menunjukkan Berita Acara Alih Muatan dan tidak memiliki Pemantau (observer) sebagaimana dipersyaratkan.

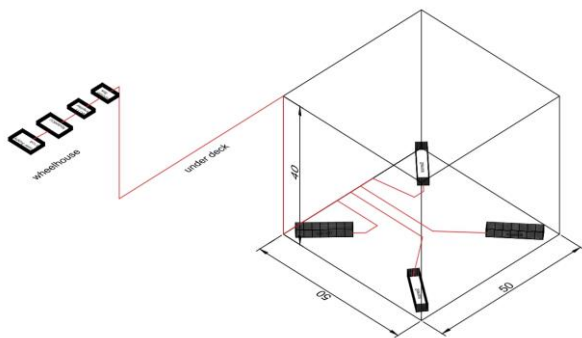
Oleh karena itu, guna mengatasi permasalahan di atas, maka dibutuhkan sistem pengukuran muatan di kapal penangkap ikan secara *real time*, sehingga instansi yang berwenang dapat melakukan pemantauan. Palka ikan yang dipantau berisi muatan ikan tuna dengan system pendingin mekanis maupun es. Selain itu, keberadaan alat ukur *real time*



Gambar 3. Tampilan Web Server Database.

Tabel 1. Hasil Uji Fungsionalitas Sensor

Massa Nyata (kg)	Massa yang Terbaca Setiap Load Cell (Kg)			
	Load Cell 1	Load Cell 2	Load Cell 3	Load Cell 4
2,0	1,9	2,0	1,9	2,0



Gambar 4. Pemodelan Model Palka dan Peletakan Sensor dengan AutoCAD.

dapat menggantikan fungsi pengukuran di darat, sebagaimana yang terjadi saat ini. Hal ini mampu meningkatkan kualitas hasil tangkapan saat pemindahan ikan tuna dari kapal pengangkut ke cold storage.

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Perumusan dan Identifikasi Masalah

Tahap awal dalam penelitian ini berupa perumusan masalah. Perumusan masalah dilakukan untuk memecahkan suatu permasalahan agar dapat mencapai tujuan penelitian ini. Fokus permasalahan dalam penelitian ini yaitu menerapkan sistem sensor load cell pada kapal penangkap ikan tuna sehingga dapat menghasilkan data berat hasil tangkapan ikan pada palka dan perancangan palka ikan yang mudah dirawat.

### B. Studi Literatur

Tahapan kedua yang akan dilakukan ialah studi literatur dimana studi literatur ini dilakukan untuk mencari referensi permasalahan serta pembelajaran dan pengkajian data yang telah ada melalui sumber terkait untuk membantu dalam melakukan penyelesaian penelitian ini. Data yang ditelusuri adalah data yang berhubungan dan memiliki kesamaan dengan penelitian ini yang didapatkan melalui sumber jurnal/paper, buku, tugas akhir yang mempunyai kesamaan hubungan serta data perolehan dari internet. Dalam penelitian ini akan difokuskan dalam beberapa materi yang ditelusuri yaitu konstruksi palka ikan, penggunaan sensor load cell di kapal, mikrokontroler NodeMCU, dan pemrograman arduino IDE.



Gambar 5. Model Palka dengan Rangkaian Load Cell.



Gambar 6. Keadaan Model untuk Uji Coba Pertama.

Tabel 2. Data Hasil Pembacaan Sensor dan Tingkat Akurasi Percobaan Pertama

Data Massa Nyata (kg)	Data Massa yang Terukur (kg)				
	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi
2	2,05	1,93	2,04	1,99	
3	3,01	3,08	2,91	3,09	3,02
Tingkat Akurasi Rata-Rata	99,8%	97,4%	96,8%	97,5%	99,4%
Tingkat Akurasi Sensor Percobaan 1	98,2%				

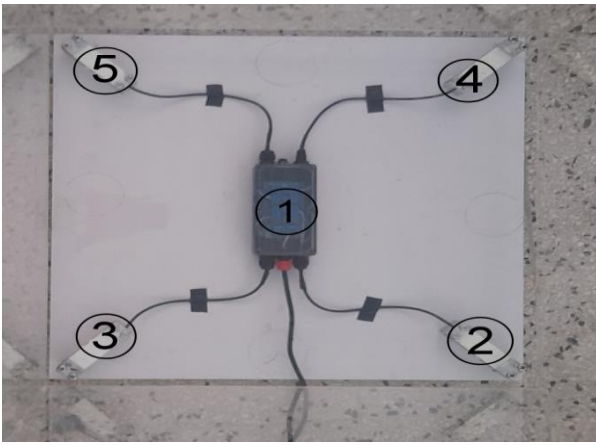
### C. Pengumpulan Data

Tahapan ketiga dari penelitian ini adalah pengumpulan data mengenai lokasi persebaran ikan tuna di perairan Indonesia dan konstruksi palka ikan tuna yang sudah ada dan sistem yang ada di dalamnya. Dari data ini, kemudian akan dijadikan acuan untuk merancang konstruksi palka yang akan dipasang perangkat sensor load cell dan peletakan sensor agar mudah dirawat.

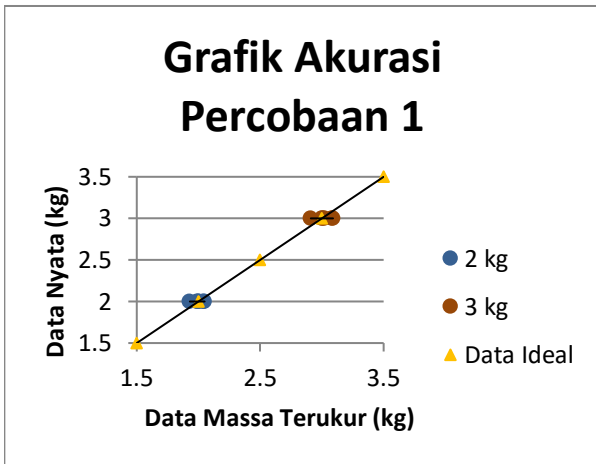
Sistem pengukur muatan pada blok diagram Gambar 1 adalah sebuah sistem yang menggunakan load cell sebagai sensor, NodeMCU sebagai microprocessor, dan web server sebagai display device untuk mengukur dan memantau beban atau gaya tertentu. Agar sirkuit beroperasi, catu daya disediakan dan diumpankan ke semua bagian yang membutuhkannya[1].

### D. Perhitungan Model Palka

Perancangan desain dari model palka kapal ikan, didasarkan pada palka kapal penangkap ikan yang sudah pernah dioperasikan. Sistem pendingin yang digunakan adalah IQF (Individually Quick Frozen) yang umum diterapkan pada kapal penangkap ikan tuna karena ukurannya yang besar dan juga sistem pendingin menggunakan es batu jika ikan tuna yang ditangkap berukuran lebih kecil. Kapasitas palka ikan tuna dihitung berdasarkan rumus



Gambar 7. Posisi Peletakan Beban untuk Uji Coba 1 dan 2.



Gambar 8. Grafik Akurasi Sensor Load Cell pada Percobaan Pertama.

$$\text{Kapasitas Model Palka} = V_{\text{palka}} \times \rho_{\text{tuna}} \tag{1}$$

dimana kapasitas model palka adalah kapasitas massa maksimum ikan tuna yang dapat ditampung oleh model palka dalam satuan kilogram (kg),  $V_{\text{palka}}$  adalah volume model palka dalam satuan  $\text{m}^3$ , dan  $\rho_{\text{tuna}}$  adalah massa jenis ikan tuna dalam satuan  $\text{kg}/\text{m}^3$ . Oleh karena itu, berdasarkan persamaan (1), kapasitas model palka ikan tuna yaitu

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Model Palka} &= (0,5 \times 0,5 \times 0,4) \text{ m} \times 1.020 \text{ kg}/\text{m}^3 \\ &= 0,1 \text{ m}^3 \times 1.020 \text{ kg}/\text{m}^3 \\ &= 102 \text{ kg}. \end{aligned}$$

Kapasitas model palka dari perhitungan di atas adalah 102 kg sehingga sensor load cell yang dipilih harus memiliki spesifikasi kapasitas beban minimal 102 kg. Pada kapal yang sudah ada, maka kapasitas sensor akan disesuaikan dengan kapasitas muatan pada setiap palka.

#### E. Perancangan Perangkat Alat Ukur Berat Muatan pada Palka Ikan

Sensor load cell merupakan salah satu alat utama pada sistem. Sensor tersebut akan digunakan untuk menangkap data berat muatan ikan di dalam palka kapal. Untuk menambah tingkat kevalidan data, maka tidak hanya menggunakan satu sensor load cell saja, namun menggunakan empat sensor load cell, sehingga diperlukan integrasi antar alat tersebut yaitu *junction box*. Jenis load cell yang dipilih adalah *shear beam load cell* dengan kapasitas 40 kilogram. Modul HX711 juga dipasang antara mikrokontroler dan sensor load cell untuk memperkuat sinyal

Tabel 3.  
Nilai Hambatan pada Potensiometer dari Setiap Load Cell

Load Cell	Nilai Hambatan pada Potensiometer (Ohm)
1	19,1
2	25,7
3	19,0
4	19,5

Tabel 3.  
Data Hasil Pembacaan Sensor dan Tingkat Akurasi Percobaan Kedua

Data Massa Nyata (kg)	Data Massa yang Terukur (kg)				
	Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3	Posisi 4	Posisi 5
2	1,94	2	1,89	1,99	1,93
3	2,90	2,98	2,9	2,82	2,89
Tingkat Akurasi	96,8%	99,7%	95,6%	96,8%	96,4%
Rata-Rata Tingkat Akurasi Sensor	97,1%				

Percobaan 2



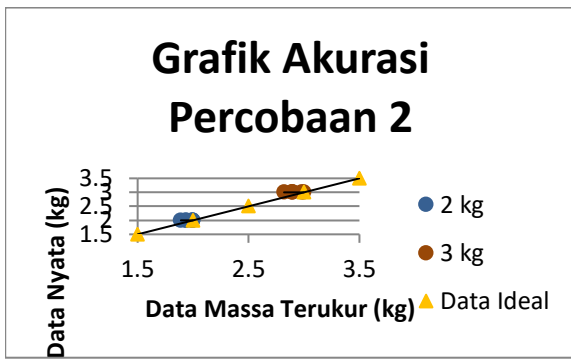
Gambar 9. Keadaan Model untuk Uji Coba Kedua.

sensor yang hanya ukuran millivolts [2]. Kelebihan dari HX711 yaitu struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat [3]. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah NodeMCU 1.0. NodeMCU 1.0 merupakan pengembangan dari versi 0.9 [4]. Pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman Arduino IDE untuk melakukan kalibrasi dan transmisi data ke database MySQL. Selanjutnya, dilakukan transmisi data dari kapal ke pelabuhan dengan mengirimkan hasil data pembacaan sensor ke database MySQL. Untuk tampilan database muatan ikan tuna real time memiliki password untuk mengantisipasi penyalahgunaan pihak luar seperti Gambar 2 dan Gambar 3.

#### F. Uji Coba Fungsionalitas Perangkat Sensor

Sebelum kalibrasi sensor dilakukan, perlu dilakukan uji coba fungsionalitas sensor dengan tujuan untuk meminimalisir *error* yang terjadi sebelum rangkaian load cell dipasang ke model dan memastikan setiap sensor yang digunakan bekerja dengan baik. Ketika rangkaian terhubung ke NodeMCU dan laptop, program yang digunakan untuk uji coba fungsionalitas rangkaian sensor adalah program *calibration*. Massa yang menjadi nilai referensi yaitu timbel 2 kilogram.

Pada Tabel 1 uji coba fungsionalitas sensor, masing-masing sensor bekerja dengan baik menampilkan massa yang terukur, namun hasil pembacaan sensor load cell 2 dan 4 memiliki perbedaan dari massa sesungguhnya. Hal ini



Gambar 10. Grafik Akurasi Sensor Load Cell pada Percobaan Kedua.



Gambar 11. Keadaan Model untuk Uji Coba Ketiga.

Tabel 4.  
Data Hasil Pembacaan Sensor dan Tingkat Akurasi Percobaan Ketiga

Gerakan Model (9°)	Data massa hasil deteksi sensor (kg)	Tingkat akurasi
Normal	5,62	100%
Trim Depan	5,4	96,09%
Trim Belakang	5,32	94,66%
Rolling Kanan	5,56	98,93%
Rolling Kiri	5,47	97,33%
Rata-Rata Tingkat Akurasi		96,75%

dikarenakan perbedaan panjang kabel load cell pada load cell 2 dan 4 akibat pemanjangan kabel yang bertujuan untuk mencapai terminal input junction box.

Panjang kabel dapat mempengaruhi hasil pembacaan load cell karena kabel memiliki resistansi internal yang menyebabkan penurunan tegangan (*voltage drop*) seiring dengan panjang kabel yang digunakan. Perubahan tegangan ini dapat menyebabkan perubahan pada sinyal keluaran dari load cell, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan kesalahan dalam pembacaan beban atau gaya yang diterapkan pada load cell. Oleh karena itu, apabila *calibration value* yang digunakan disesuaikan dengan perbedaan tegangan setiap load cell, maka hasil yang ditunjukkan akan lebih akurat.

#### G. Pembuatan Model Palka Ikan dan Peletakan Perangkat Sensor

Empat buah sensor load cell akan diletakkan di bagian pojok lantai palka dengan tujuan untuk mencapai distribusi beban yang merata dan akurat. Hal ini memungkinkan sistem timbangan untuk mendeteksi bobot dengan lebih baik dan menghindari kesalahan pengukuran yang dapat terjadi jika beban hanya diletakkan di tengah. Dengan meletakkan sensor di keempat pojok, setiap sensor dapat mengukur beban pada titik tertentu di bawah objek yang ditimbang.

Dalam konfigurasi ini, sensor-sensor tersebut dapat mendeteksi perubahan beban dan memberikan bacaan yang

akurat berdasarkan perubahan tekanan yang mereka tangkap. Selain itu, dengan meletakkan sensor di pojok-pojok, sistem timbangan dapat mengkompensasi ketidaksempurnaan pada permukaan timbangan. Jika permukaan timbangan tidak rata atau ada perbedaan tingkat, sensor di pojok-pojok dapat mengkompensasi perbedaan tersebut dengan memastikan bahwa semua empat sensor mendeteksi beban secara akurat, sehingga memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat.

Untuk junction box, NodeMCU, dan HX711 direncanakan untuk diletakkan pada wheelhouse kapal. Hal ini bertujuan untuk mempermudah wiring dari lantai palka ke wheelhouse, mempermudah proses modifikasi pada program Arduino IDE apabila ada kalibrasi atau variabel yang berubah, dan mempermudah perawatan apabila terjadi keabnormalan pada peralatan karena tidak perlu turun ke palka. Gambar 4 menunjukkan pemodelan 3D sederhana dari model palka dan peletakan sensor serta peralatan lainnya menggunakan software AutoCAD.

Model palka ikan dibuat dari bahan akrilik dan PVC di bagian dasar load cell. Bantalan di setiap load cell berjumlah 2 buah dan dipasang menggunakan baut yang memiliki diameter ulir sekitar 11 milimeter. Pada bawah PVC, dipasang juga kaki-kaki berukuran 5 x 5 cm dan tebal 1 cm berjumlah lima buah agar stabil. Gambar 5 menunjukkan model palka yang telah dibuat

#### H. Uji Coba Performa

Skenario uji coba performa dilakukan dengan 2 variasi. Skenario uji coba yang pertama adalah uji coba akurasi komponen sensor jika tangki dalam keadaan normal. Setelah percobaan, dilakukan evaluasi antara data berat sebenarnya dan data berat yang didapatkan dari hasil sensor *load cell*.

Skenario uji coba kedua adalah uji coba akurasi komponen sensor jika palka ikan dalam keadaan dimiringkan, atau seolah-olah jika kapal sedang berada dalam situasi laut yang berombak. Setelah melakukan percobaan, maka harus dilakukan evaluasi antara data berat sebenarnya dan data berat yang didapatkan dari hasil sensor *load cell*. Selain itu, juga dilakukan evaluasi antara data berat skenario pertama dan kedua dengan beban yang sama.

### III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### A. Skenario Uji Coba 1

Skenario uji coba satu adalah uji coba akurasi komponen sensor jika kapal dan palka ikan berada di posisi normal atau saat kondisi lautan tenang. Palka disini diasumsikan sebagai palka berpendingin mekanis dan mendinginkan ikan menggunakan metode IQF. Keadaan model pada uji coba pertama dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 2 menunjukkan data hasil skenario uji coba pertama yang dilakukan sebanyak lima percobaan dengan peletakan beban yang berbeda seperti pada Gambar 7 dan dua variasi beban.

Setelah percobaan, dilakukan evaluasi antara data massa nyata dan data massa yang didapatkan dari hasil sensor load cell. Grafik hasil akurasi dari sensor load cell pada percobaan 1 dapat dilihat pada Gambar 8. Pada uji coba pertama ini, hambatan pada potensiometer dihitung menggunakan multimeter untuk memastikan kemungkinan penyebab terjadinya perbedaan massa yang terukur oleh load cell. Tabel

3 menunjukkan besar hambatan pada potensiometer pada junction box dari masing-masing load cell.

Pada skenario ini, peletakan beban di tengah model palka cenderung lebih akurat dibandingkan dengan peletakan beban di sudut-sudut model. Hal ini membuktikan bahwa persebaran beban yang tidak merata dapat mempengaruhi pembacaan load cell karena load cell biasanya dirancang untuk memberikan respons linier terhadap beban yang diterapkan secara merata pada seluruh permukaan sensor.

Apabila diamati melalui nilai hambatan potensiometer masing-masing load cell, hambatan potensiometer juga mempengaruhi hasil pembacaan massa. Hal ini membuktikan besarnya hambatan pada potensiometer berpengaruh pada nilai output load cell dimana jika hambatan potensiometer kecil maka pembacaan beban di sudut tersebut akan lebih besar, dan begitu pula sebaliknya. Potensiometer pada load cell biasanya digunakan untuk mengatur nol atau titik referensi ketika tidak ada beban yang diterapkan. Posisi potensiometer menentukan bagaimana load cell merespons dan memberikan outputnya ketika tidak ada beban yang bekerja pada sensor.

Ketika potensiometer mengalami pergeseran nol ke arah positif, maka nilai output load cell saat tidak ada beban akan meningkat dari nilai sebelumnya. Untuk mencapai pergeseran nol yang lebih tinggi, potensiometer harus membuat hubungan resistansi dalam rangkaian load cell berubah menjadi lebih kecil. Jika nilai output load cell saat nol bergeser ke nilai yang lebih tinggi, maka ketika menambahkan beban, nilai outputnya akan semakin tinggi dari nilai yang seharusnya sesuai dengan beban yang diterapkan. Sebaliknya, jika potensiometer mengalami pergeseran nol ke arah negatif, maka nilai output load cell akan menurun dan potensiometer akan lebih resistif atau memiliki hambatan yang lebih besar.

#### B. Skenario Uji Coba 2

Skenario uji coba kedua adalah uji coba akurasi komponen sensor jika kapal dan palka ikan dalam kondisi miring atau saat kapal berada di kondisi rolling dan trim.

Sudut kemiringan yang diuji adalah 12° dan model diposisikan trim ke belakang. Palka disini diasumsikan sebagai palka berpendingin mekanis dan mendinginkan ikan menggunakan metode IQF.

Gambar keadaan model pada uji coba kedua dapat dilihat pada Gambar 8. Skenario uji coba kedua juga dilakukan sebanyak lima percobaan dengan peletakan beban yang berbeda seperti pada Gambar 6 dan dua variasi beban. Setelah percobaan, dilakukan evaluasi antara data massa nyata dan data massa yang didapatkan dari hasil sensor load cell. Grafik hasil akurasi dari sensor load cell pada percobaan 2 dapat dilihat pada Gambar 10.

Hasil data massa deteksi sensor pada skenario kedua menunjukkan nilai massa yang memiliki tingkat akurasi lebih kecil daripada scenario pertama dan cenderung tidak stabil. Selain akibat dari persebaran beban, perbedaan panjang kabel, dan hambatan potensiometer, hal ini juga dapat disebabkan dari pengaruh kemiringan.

Ketika load cell tidak berada dalam posisi yang tepat atau tidak tegak lurus, gaya yang diterapkan tidak hanya berjalan sepanjang sumbu vertikal sensor. Bagian dari gaya akan berjalan sepanjang sumbu horizontal, menyebabkan

munculnya komponen gaya yang tidak diinginkan dalam pembacaan. Hal ini dapat mengakibatkan kesalahan dalam pembacaan beban yang sebenarnya, karena load cell hanya seharusnya merespons terhadap gaya vertikal atau sesuai dengan sumbu penerapannya.

#### C. Skenario Uji Coba 3

Skenario uji coba ketiga adalah uji coba akurasi rangkaian sensor jika menggunakan es sebagai pendinginnya. Percobaan dilakukan menggunakan air yang diasumsikan sebagai ikan dan es untuk menguji akurasi pembacaan sensor saat terjadi pergerakan. Gambar keadaan model pada uji coba ketiga dapat dilihat pada Gambar 11.

Program untuk skenario ketiga ini dibuat berbeda dari dua percobaan sebelumnya, karena menggunakan logika yaitu massa yang terbaca sensor menggunakan rasio 1:1 antara massa es dan ikan. Hal ini didapatkan dari aturan minimum rasio es dan ikan yang secara umum digunakan di daerah tropis adalah 1:1 [5]. Selain itu, pengaruh pengurangan air sebanyak 10-20 mililiter secara bertahap yang diasumsikan sebagai es yang mencair, dilakukan untuk mengetahui apakah sensor dapat mendeteksi fluida yang berkurang di dalam palka. Data massa air yang terdeteksi sensor ditampilkan pada Tabel 4.

Pada skenario ketiga, yaitu skenario di mana palka menggunakan es sebagai pendinginnya dan massa ikan berbanding es memiliki rasio 1:1. Tingkat akurasi sensor dalam mendeteksi fluida dengan kemiringan 9° memiliki rata-rata tingkat akurasi sama dengan percobaan kedua yaitu sekitar 96%. Pengurangan air yang terbaca pada sensor ditampilkan secara real sekitar 10-20 mililiter sehingga dapat mendeteksi penurunan laju massa es secara akurat. Namun, pada realitanya masih banyak faktor yang perlu diperhatikan yang dapat mempengaruhi suhu dan laju peluruhan massa es pada palka ikan yaitu perubahan suhu siang ke malam, letak geografis, dan musim.

## IV. KESIMPULAN DAN RINGKASAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil pengamatan dan percobaan selama perancangan, pembuatan model, dan uji coba rangkaian sensor, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) Sistem pengukur muatan kapal ikan tuna menggunakan empat buah load cell sebagai sensor untuk mendeteksi massa ikan pada palka ikan tuna, junction box sebagai pengumpul sinyal dari empat buah load cell, HX711 sebagai penguat sinyal dari load cell, dan NodeMCU sebagai mikrokontroler yang terintegrasi dengan Wi-Fi untuk mengirimkan hasil pembacaan massa pada palka ikan secara real time ke web server yang dapat diakses oleh pihak yang berwenang. Tampilan hasil pembacaan sensor berupa kilogram dengan waktu berupa tanggal (tahun-bulan-tanggal) dan jam (jam-menit-detik). Keempat sensor load cell akan diletakkan di bawah palka ikan tuna dan peletakan junction box, amplifier HX711, dan NodeMCU diletakkan di wheelhouse kapal ikan tuna dengan tujuan untuk memudahkan kalibrasi ulang, perawatan, dan perbaikan apabila terjadi keabnormalan pada kinerja sensor. Hasil percobaan sensor pada kondisi kemiringan 12° yang mana dianggap ketika kapal sedang dalam kondisi roll atau trim, menunjukkan penurunan tingkat akurasi sensor dan hasil

yang relatif tidak stabil dibandingkan saat kondisi normal. Rata-rata tingkat akurasi pembacaan sensor pada kondisi normal adalah 98,2% dan rata-rata tingkat akurasi pembacaan sensor pada kemiringan 12o adalah 97,1%. Pada skenario pertama dan kedua, didapatkan hasil pembacaan massa yang berbeda-beda berdasarkan peletakannya. Hal ini dapat disebabkan dari perbedaan panjang kabel dari setiap kabel, peletakan beban yang cukup berjarak dari titik load cell, dan pengaruh perbedaan hambatan potensiometer setiap load cell;(2)Program untuk menjalankan sensor load cell menggunakan Arduino IDE sebagai bahasa pemogramannya. Program Arduino IDE yang digunakan adalah program *calibration* untuk mendapatkan *calibration value* dan program yang mentransmisikan data massa ikan tuna dengan memanfaatkan jaringan Wi-Fi untuk mengirimkan data ke database MySQL. NodeMCU akan mengirim data massa deteksi sensor dengan akurat ke *database* MySQL dan *web server* selama titik Wi-Fi berada di dekat NodeMCU. Database MySQL dibangun dengan bahasa pemograman PHP dan dipasang *password* sebagai pengaman ganda dari penyalahgunaan pihak lain.

### B. Saran

Saran yang diberikan untuk pengembangan sistem pengukur muatan kapal ikan tuna ini adalah:(1)NodeMCU sebaiknya memanfaatkan power dari baterai pada penggunaannya di atas kapal sesuai kebutuhan sensor load cell dan NodeMCU itu sendiri yaitu 5 volt. Baterai memiliki keunggulan dalam memberikan pasokan daya yang konstan dan stabil untuk NodeMCU dan proyek IoT yang memerlukan mobilitas;(2)Pengembangan sistem pengukur muatan ikan ini dapat dimaksimalkan untuk menampilkan

hasil yang akurat dengan cara pengukuran tambahan di luar palka menggunakan conveyor seperti yang ada di fasilitas bandara. Conveyor dengan sensor berat ini akan mendeteksi massa ikan tuna secara individual untuk mendapatkan massa asli setiap ikan;(3)Penggunaan sensor kamera untuk mendeteksi volume ikan tuna juga dapat dicoba untuk pengembangan sistem pengukur muatan ikan agar mendapatkan nilai massa individual ikan yang lebih akurat. Dari volume setiap ikan tuna yang didapat kemudian dibuat program untuk menghitung volume dikali dengan massa jenis ikan tuna untuk mendapatkan massa ikan tuna yang akurat. Hal ini disebabkan karena sensor kamera tidak akan terdistraksi oleh gerakan kapal dan varibel lain di dalam palka seperti es batu. Selain itu, sensor kamera akan lebih fleksibel karena peletakannya yang berada di atas palka ikan dan tidak perlu melubangi palka sebagai jalur kabelnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Fagbemi, M. Momoh, I. G. Saidu, D. O. Akpootu, S. B. Sharafa, and M. J. Abdulsalami, "Digitalisation of an analogue weighing scale using microcontroller," *IOSR J Environ Sci Toxicol Food Technol*, vol. 8, no. 2, pp. 126–134, 2014, doi: 10.9790/2402-0824126134.
- [2] S. Sumardi and I. Iswahyudi, "Prototype sistem pemantau batas beban pada kapal penumpang," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 1, no. 2, pp. 64–74, Dec. 2019, doi: 10.32528/elkom.v1i2.3085.
- [3] Dhanneswara Yoga Widagdo, Koesmarijanto, and Farida Arinie, "Sistem pencatatan hasil timbangan menggunakan sensor load cell melalui database berbasis arduino uno," *Jurnal Jaringan Telekomunikas*, vol. 10, no. 1, pp. 13–19, 2020.
- [4] T. Suryana, "Automation and Remote Control of Electronic Equipment Using the Internet with NODEMCU ESP8266 Interface and Apache MYSQL Web Server," Universitas Komputer Indonesia, Bandung, 2021.
- [5] M. Sawyer and A. Pizzali, *The Use Of Ice On Small Fishing Vessels*. Roma, Italy: Publishing Management Service, 2023.