



Rancang Bangun Sistem Sandar Otomatis Menggunakan Arduino

Sony Gunawan^{1*}, Diana Alia², Jaka Septian Kustanto³

^{1,2,3}Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

*Korespondensi penulis: gunson2003@gmail.com

Abstract. *This applied scientific work is entitled "Design of Automatic Smart Berthing System Based on Arduino". Ships are a comfortable alternative transportation. Currently, ship development is needed so that they can operate properly. During the docking process, ship accidents often occur in ports both nationally and internationally. Therefore, a better development or safety is needed that can be given to ships during the docking process. This tool uses the Arduino Nano microcontroller as the main control and an ultrasonic sensor as a distance counter to prevent accidents. This applied scientific work aims to realize and facilitate work on the ship by abandoning manual methods. Berthing is the location of the ship's mooring or security, the area around the ship where the anchor is thrown, the ship's residence, employing the ship's crew and positioning the ship in the desired place. This scientific paper uses experimental research as its research method. The use of experimental research methods in educational research will be faced with problems concerning research subjects. Experimental research is also research that is carried out intentionally by researchers by providing certain treatments to research subjects in order to create a tool or design that is expected by the researcher.*

Keywords: *Arduino, Auto-Return, Ship.*

Abstrak. Karya ilmiah terapan ini berjudul "Rancang Bangun Sistem Sandar Otomatis Menggunakan Arduino". Kapal ialah transportasi alternatif yang nyaman. Saat ini sangat dibutuhkan pengembangan kapal agar dapat beroperasi dengan baik. Pada saat proses sandar, seringkali terjadinya kecelakaan kapal di pelabuhan-pelabuhan baik nasional maupun internasional. Maka dari itu, diperlukan suatu pengembangan atau safety yang lebih baik yang bisa diberikan ke kapal-kapal saat melakukan proses sandar. Alat ini dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano sebagai kendali utama dan sensor ultrasonik sebagai penghitung jarak agar tidak terjadinya kecelakaan. Karya ilmiah terapan ini bertujuan untuk mewujudkan dan mempermudah pekerjaan diatas kapal dengan cara meninggalkan cara-cara manual. *Berthing* ialah lokasi tambatan atau pengamanan kapal, daerah sekitar kapal tempat jangkar dilempar, tempat tinggal kapal, memperkejakan awak kapal dan memposisikan kapal pada tempat yang diinginkan. Karya ilmiah ini menggunakan penelitian eksperimen sebagai metode penelitiannya. Penggunaan metode penelitian eksperimen pada penelitian pendidikan akan dihadapkan pada permasalahan yang menyangkut subyek penelitian. Penelitian eksperimen juga merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan treatment/perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna menciptakan sesuatu alat atau rancangan yang diharapkan oleh peneliti.

Kata Kunci: *Arduino, Kapal, Sandar Otomatis.*

1. PENDAHULUAN

Unmanned Surface Vehicle (USV) adalah kendaraan tanpa awak yang saat ini mulai dikembangkan di perairan Indonesia untuk keperluan survey kedalaman pada perairan yang menggabungkan kerangka navigasi otonom, sensor lingkungan, *echosounder multibeam* untuk mengumpulkan topografi, suhu, dan data lainnya yang dimanfaatkan untuk dunia pelayaran. Penggunaan *Unmanned Surface Vehicle* memiliki banyak keuntungan, antara lain dapat mengurangi resiko kecelakaan para pekerja survei yang haru melakukan survei di tempat yang berbahaya yang sulit dijangkau oleh manusia, dan tidak mengganggu alur pelayaran. Perilaku

tidak aman merupakan faktor terbesar penyebab kecelakaan yang disebabkan oleh tindakan salah yang dilakukan oleh manusia. Meskipun pada dasarnya ada penyebab lain yang tidak terlihat dari kecelakaan kapal yang mempengaruhi kategori ini. Umumnya perilaku tidak aman tersebut terjadi karena kesalahan manusia dalam mengendalikan kapal, antara lain kesalahan dalam menilai situasi dan kesalahan dalam pelacakan keadaan sekitar (Cahyasusila & Pratama, 2022).

Peneliti *bertujuan* untuk membuat suatu rancangan alat yang bisa *menyandarkan* kapal secara otomatis pada pelabuhan sandar. Hal ini dapat mengurangi resiko kecelakaan kerja akibat kesalahan manusia dalam proses penyandaran. Alat ini dirancang untuk dapat dan bisa menempatkan kapal pada tempat sandar yang tepat pada Pelabuhan sandar secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik dan arduino sebagai mikrokontrollernya.

Dikutip dari Hartono (2019), penelitian ini meneliti tentang alat bantu untuk parkir kapal menggunakan sensor ultrasonik. Namun disini peneliti belum *mengembangkan* sensor ultrasonik untuk menyandarkan kapal secara otomatis. Disini saya membuat sebuah kapal yang diharapkan untuk dapat bersandar otomatis melalui bantuan dari *bow thruster* saat proses penyandaran kapal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Unmanned Surface Vehicle (USV)

Unmanned Surface Vehicle (USV) atau *Autonomous Surface Vehicle (ASV)* merupakan sebuah wahana tanpa awak yang dapat dioperasikan pada permukaan air. USV dikendalikan otomatis dengan memberikan perintah-perintah seperti *waypoint*, melalui *Ground Control Station (GCS)*. USV dapat mengirimkan data-data dan mengirimkannya ke GCS secara *realtime* melalui sistem telemetri.

Rancang Bangun

Menurut Pressman (2009) pengertian pembangunan atau bangun sistem adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada secara keseluruhan. Jadi dapat disimpulkan bahwa rancang bangun adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah kedalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi. Dengan demikian pengertian rancang bangun merupakan kegiatan menerjemahkan hasil analisa ke dalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut atau memperbaiki sistem yang sudah ada.

Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu papan pengembangan mikrokontroler yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. Arduino Nano diciptakan dengan basis mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino Nano versi 3.x) atau ATmega 168 (untuk Arduino versi 2.x). Arduino Nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Duemilanove, tetapi dalam paket yang berbeda. Arduino Nano tidak menyertakan *port* DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan *port* USB Mini-B.

Motor DC

Motor DC ialah suatu alat listrik yang menghasilkan energi mekanik dari energi listrik. Motor DC dengan arus searah sebagai masukan energi listriknya, yang kemudian diubah menjadi putaran mekanis. Mari kita pelajari tentang berbagai jenis motor DC dan kegunaannya pada sesi ini. Salah satu jenis motor listrik yang disebut motor DC ialah motor yang dengan arus searah untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sesuai definisi di atas, setiap motor listrik yang beroperasi dengan arus searah, atau DC, disebut sebagai motor DC.

Buzzer

Buzzer elektronika ialah salah satu jenis komponen elektronika yang mempunyai kemampuan menghasilkan gelombang suara melalui getaran. Ketika sejumlah tegangan listrik diterapkan, bel elektronik yang memenuhi persyaratan ukuran, bentuk, dan fungsionalitas akan bergetar untuk menghasilkan suara. Secara umum, bel elektronik sering digunakan sebagai alarm karena kemudahan penggunaannya. Yang mereka perlukan hanyalah tegangan masukan untuk mulai menghasilkan gelombang suara yang dapat didengar dan dirasakan oleh manusia.

Motor Servo

Motor servo ialah alat atau motor yang berputar, dan dibuat *dengan* sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup yang memungkinkannya mendeteksi dan memastikan posisi sudut poros keluaran motor. Motor servo memiliki keluaran daya mulai dari beberapa watt hingga beberapa ratus watt. Berbagai aplikasi, termasuk peralatan mesin dan sistem pelacakan, dengan motor servo. Ada dua jenis motor servo yaitu, motor servo AC dan DC.

Baterai

Baterai lithium merupakan jenis baterai yang saat ini berkembang dengan sumber arus yang dapat dilakukan isi ulang. Pada saat ini, baterai lithium sangat dibutuhkan untuk kebutuhan energi listrik seperti pada kendaraan yang membutuhkan sumber energi dari energi listrik. Bagian utama penyusun baterai lithium, yaitu bagian elektroda positif (katoda), bagian elektroda negatif (anoda), bagian elektrolit, dan bagian separator.

Water Jet Pump

Water Jet Pump adalah sebuah pompa air bertekanan tinggi yang digunakan untuk menyemburkan air bertekanan tinggi. Pada penerapan kali ini. *Water jet pump* berfungsi untuk menyemburkan air dari sisi kapal untuk mendorong kapal saat akan di lakukan proses sandar.

Berthing

Berthing atau *berth* dalam kamus pelayaran berarti lokasi akomodasi kapal, perekrutan awak kapal, tambatan atau keamanan kapal, area sekitar kapal tempat jangkar dipasang atau dilempar, dan posisi kapal di lokasi yang dituju. *Berth*, yang ialah kata bahasa Inggris untuk "*anchorage*", mengacu pada tempat tertentu di pelabuhan atau pelabuhan tempat kapal ditambatkan saat tidak berada di laut. *Berth* memberi seseorang kemampuan untuk menambatkan kapal dengan aman dan bagian depan vertikal, yang memudahkan untuk memuat atau menurunkan penumpang atau kargo.

Olah Gerak

Pengertian dari Olah Gerak adalah merupakan suatu hal yang penting untuk memahami beberapa gaya yang mempengaruhi kapal dalam gerakannya. Jadi untuk dapat mengolah gerakan kapal dengan baik, maka terlebih dahulu harus mengetahui sifat sebuah kapal, dan bagaimana gerakannya pada waktu mengolah gerak tertentu. Setelah itu barulah kita dapat mengambil kesimpulan mengenai sifat-sifatnya kapal. Meskipun kita telah mengenal dan

mempelajari sifat-sifatnya kapal, tetapi untuk betul-betul memahami olah gerak, haruslah mencobanya sendiri dalam praktek.

Ardiuno IDE

Arduino adalah *software open-source* yang memudahkan untuk menulis kode program dan mengunggahnya ke *board* Arduino. *Software* Arduino dapat berjalan pada Windows, Mac OS X, dan Linux. *Software* ini ditulis dalam bentuk Java dan berbasis *processing*, *avr-gcc*, dan perangkat lunak *open source* lainnya. *Software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang memudahkan dalam mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan *source* program, kompilasi, *upload* hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial. *Source* program yang dibuat untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan *assembly*.

3. METODE PENELITIAN

Penggunaan metode penelitian eksperimen pada penelitian pendidikan akan *dihadapkan* pada permasalahan yang menyangkut subyek penelitian. Penelitian eksperimen juga merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan *treatment*/perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna menciptakan sesuatu alat atau rancangan yang diharapkan oleh peneliti.

Rencana pengujian ialah konsep pengujian terhadap fungsi- fungsi komponen yang ada pada alat, apakah alat tersebut dapat berfungsi sesuai dengan apa yang di harapkan atau tidak melalui rencana pengujian yang akan dilaksanakan. Alat yang diuji berupa sensor ultrasonik, *buzzer*, Arduino, *bow thruster* dan LED *lamp* apakah berfungsi dengan baik pada saat di jalankan. Pengujian ini dilakukan dengan menguji kapal dengan 2 kondisi, yaitu jarak kurang dari 20 cm dan jarak kurang dari 10 cm.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penyajian Data

Pengujian ini ialah langkah penting dalam menguji validitas dan efektivitas alat tersebut. Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan hasil dari alat yang diuji. Untuk memastikan performa alat yang diuji berfungsi dengan optimal dan berjalan sesuai dengan dengan rancangan yang telah dirancang.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

Gambar 1. Sensor Haluan Mendeksi Pelabuhan

Pada gambar 1 sensor ultrasonik pada haluan mendeteksi pelabuhan. Selanjutnya kapal akan bergerak untuk menyelaraskan posisi kapal ke pelabuhan untuk proses sandar. Kapal bergerak dan *rudder* akan membelokkan kapal perlahan-lahan sampai sensor pada sisi kanan atau kiri kapal mendeteksi pelabuhan pada jarak yang telah di tentukan.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

Gambar 2. Posisi Kapal Saat Akan Sandar

Pada Gambar 2 kapal pada posisi telah berbelok dan sejajar dengan pelabuhan dan akan melakukan pembacaan sensor ultrasonik ke pelabuhan. Saat sensor ultrasonik sudah membaca jarak kapal ke pelabuhan sesuai dengan yang telah di tentukan. Selanjutnya kapal akan bergerak mendekat dengan menggunakan media *bowthruster* yang ada pada sisi kanan maupun kiri kapal. *Bowthruster* akan mendekatkan kapal ke pelabuhan sampai sensor ultrasonik telah membaca jarak kapal ke pelabuhan sudah pada jarak yang telah di tentukan untuk sandar ke pelabuhan. *Bowthruster* terletak pada sisi kanan dan kiri kapal yang bertujuan untuk agar kapal

bisa bersandar pada sisi kanan ataupun sisi kiri.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

Gambar 2. Proses Sandar Kanan

Pada gambar 3 dilakukannya proses sandar dari sisi kanan kapal ke pelabuhan dan dilakukan pengukuran menggunakan potongan kayu yang berukuran 10cm sebagai media untuk memastikan sensor ultrasonik berfungsi pada jarak 10cm kapal ke pelabuhan. Pengujian ini dilakukan beberapa kali untuk membuktikan data pengukuran yang dilakukan pada saat pengujian. Disini penguji akan menampilkan tabel pengujian proses sandar kanan alat ini. Berikut merupakan tabel pengujian proses sandar kanan.

Tabel 1. Pengujian Jarak Pada Saat Sandar Kanan

NO	Jarak Sensor Depan	Jarak Sensor Belakang	Kapal Sandar/Kapal tidak Sandar
1	10 cm	9 cm	Iya
2	11 cm	10 cm	Iya
3	10 cm	10 cm	Iya
4	12 cm	11 cm	Iya
5	13 cm	12 cm	Iya
6	12 cm	13 cm	Iya
7	10 cm	11 cm	Iya
8	10 cm	10 cm	Iya
9	9 cm	10 cm	Iya
10	11 cm	9 cm	Iya

Pada tabel 1 dapat dilihat hasil pengujian kesatu sampai dengan pengujian kesepuluh. Hasil yang didapatkan merupakan data asli yang didapatkan pada saat pengujian di kolam renang Politeknik Pelayaran Surabaya pada hari minggu pukul 16.00WIB. Hasil berikut bisa kita ambil rata-rata menjadi 11cm untuk kapal akan melakukan proses sandar pada pelabuhan yang menjadi tempat untuk proses sandar dilakukan.

Selanjutnya merupakan hasil untuk pengujian untuk proses sandar sisi kiri pada kapal ke pelabuhan dan dilakukan pengukuran menggunakan potongan kayu yang berukuran 10cm sebagai media untuk memastikan sensor ultrasonik berfungsi pada jarak 10cm kapal ke pelabuhan.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

Gambar 4. Proses Sandar Kiri

Pada gambar 4 dilakukannya proses sandar dari sisi kiri kapal ke pelabuhan. Pengujian ini dilakukan beberapa kali untuk membuktikan data pengukuran yang di lakukan pada saat pengujian. Disini penguji akan menampilkan tabel pengujian proses sandar kiri alat ini. Berikut merupakan tabel pengujian proses sandar kiri.

Tabel 2. Pengujian Jarak Pada Saat Sandar Kiri

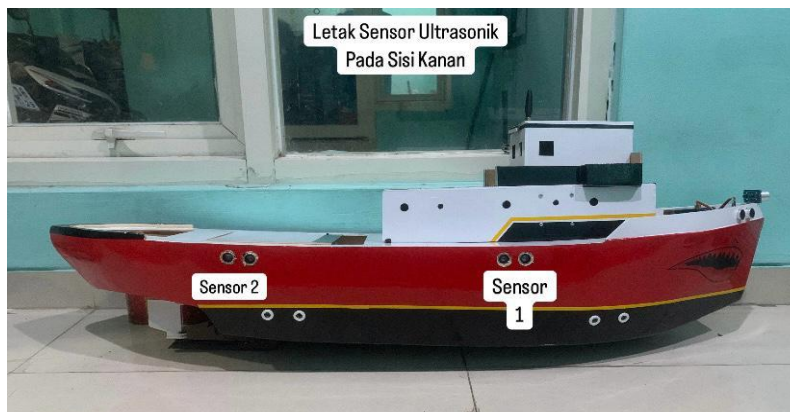
NO	Jarak Sensor Depan	Jarak Sensor Belakang	Kapal Sandar/Kapal tidak Sandar
1	9 cm	9 cm	Iya
2	10 cm	10 cm	Iya
3	10 cm	10 cm	Iya
4	11 cm	11 cm	Iya
5	12 cm	12 cm	Iya
6	13 cm	13 cm	Iya
7	11 cm	11 cm	Iya
8	10 cm	10 cm	Iya
9	10 cm	10 cm	Iya
10	9 cm	9 cm	Iya

Pada tabel 2 dapat dilihat hasil pengujian kesatu sampai dengan pengujian kesepuluh. Hasil yang didapatkan merupakan data asli yang di dapatkan pada saat pengujian di kolam renang Politeknik Pelayaran Surabaya pada hari minggu pukul 16.00WIB. Hasil berikut bis kita ambil rata-rata menjadi 11cm untuk kapal akan melakukan proses sandar pada pelabuhan yang menjadi tempat untuk proses sandar dilakukan.

Analisis Data

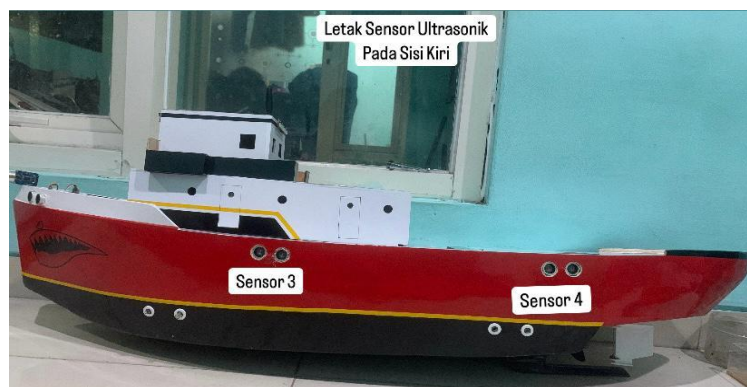
Analisis data dilakukan untuk menganalisa alat dan kondisi pada saat dilakukannya pengujian alat. Pada saat pengambilan data alat ini, peneliti mendapatkan beberapa permasalahan yang didapatkan selama proses sandar kanan dan kiri dilakukan. Permasalahan ini dapat berupa sensor ultrasonik yang beberapa kali tidak dapat mendeteksi dan membaca jarak ke pelabuhan untuk melakukan proses sandar. Maka dari itu peneliti memerlukan sampai sepuluh kali percobaan sandar kanan dan kiri sehingga bisa mendapatkan hasil data yang akurat.

Selanjutnya disini peneliti menganalisis mengenai kinerja dari sensor ultrasonik pada kapal ini. Pada kapal ini peneliti menggunakan 4 sensor yang terletak pada bagian kanan dan kiri lambung kapal. Peneliti ingin menganalisa seberapa akurat pendeteksian jarak yang dilakukan dari masing-masing sensor yang ada pada kapal ini.



(Sumber : Dokumen Pribadi)

Gambar 3. Sensor Ultrasonik Sisi Kanan



(Sumber : Dokumen Pribadi)

Gambar 4. Sensor Ultrasonik Pada Sisi Kiri

Pada Gambar 5 dan 6 merupakan letak dan penomoran dari masing-masing sensor ultrasonik yang ada pada kapal ini. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam hal pengambilan data dan menganalisis sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik akan diuji satu-persatu untuk mengetahui keakurata pendeteksian jaraknya. Peneliti menggunakan tabel pengujian dan akan diuji sebanyak 10 kali dari masing-masing sensor yang ada pada kapal ini. Berikut adalah tabel pengujian masing-masing dari sensor ultrasonik yang ada pada kapal ini :

Tabel 3. Pengujian Sensor Ultrasonik

NO	JARAK PENDETEKSIAN	SENSOR 1	SENSOR 2	SENSOR 3	SENSOR 4
1	2 cm	V	V	V	V
2	4 cm	V	V	V	V
3	6 cm	V	V	V	V
4	8 cm	V	V	V	V
5	10 cm	V	V	V	V
6	12 cm	V	V	X	V
7	14 cm	V	X	V	X
8	16 cm	X	X	X	X
9	18 cm	X	X	X	X
10	20 cm	X	X	X	X

Pada 3 merupakan hasil uji coba dari masing-masing sensor ultrasonik pada kapal ini. Uji coba di lakukan menggunakan penggaris sebagai media pengukuran dan diuji sebanyak 10 kali, yakni pada jarak 2 cm sampai dengan 20 cm. Varibel (V) merupakan tanda sensor bisa mendeteksi jarak saat pengujian. Variabel (X) merupakan tanda bahwa sensor tidak dapat mendeteksi jarak dalam saat pengujian.

Selain itu,ada beberapa kendala yang ditemukan saat pengambilan data alat saat proses sandar kanan dan kiri, antara lain :

- Bow Thruster* yang tidak menyala saat sensor sudah mendekteksi jarak yang telah di tentukan.
- Bow Thruster* menyala tidak sesuai dengan proses sandar kanan dan kiri saat proses sandar di lakukan.
- Sensor Ultrasonik yang dapat terkena air saat dilakukan pengujian di kolam renang.

Tabel 4. Pengujian Ke 1 Sensor Saat Sandar Kanan

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	102cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok ke arah pelabuhan .
3	X	20cm	10cm	X	X	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kanan .Sensor 2 membaca jarak sudah sesuai dengan perintah dan mendekatkan kapal
4	X	10cm	10cm	X	X	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan.Sensor 1 dan sensor 2 pada jarak yang telah di tentukan dan mulai menyandarkan kapal.
5	X	3cm	3cm	X	X	Kapal telah pada posisi sandar.Jarak sudah sesuai untuk menghentikan Gerak kapal untuk sandar.

Pada tabel 4 merupakan data saat pengujian ke 1 sensor saat dilakukan proses sandar kanan. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang awalnya berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 10 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet* sebagai tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 2cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah di lakukan.

Tabel 4. Pengujian ke 2 Sensor Sandar Kanan

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	100cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok ke arah pelabuhan .
3	X	10cm	15cm	X	X	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kanan .Sensor 1 sudah membaca jarak yang sesuai dan mendekatkan kapal.
4	X	10cm	12cm	X	X	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan. Sensor 1 dan sensor 2 pada jarak yang telah di tentukan dan mulai menyandarkan kapal.
5	X	4cm	4cm	X	X	Kapal telah pada posisi sandar.

Pada tabel 5 merupakan data saat pengujian ke 2 sensor saat dilakukan proses sandar kanan. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang awalnya berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 12 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet* sebagai tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 4cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah di lakukan.

Tabel 5. Pengujian ke 3 Sensor Sandar Kanan

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	100cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok kearah pelabuhan .
3	X	17cm	11cm	X	X	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kanan .Sensor 2 membaca jarak sudah sesuai dengan perintah dan mendekatkan kapal
4	X	11cm	10cm	X	X	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan.Sensor 1 dan sensor 2 pada jarak yang telah di tentukan dan mulai menyangkutkan kapal.
5	X	3cm	2cm	X	X	Kapal telah pada posisi sandar.Jarak sudah sesuai untuk menghentikan Gerak kapal untuk sandar.

Pada tabel 6 merupakan data saat pengujian ke 3 sensor saat dilakukan proses sandar kanan. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang awalnya berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 11 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet* sebagai tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 3 cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah di lakukan.

Tabel 6. Pengujian ke 4 Sensor Sandar Kanan

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	98cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok ke arah pelabuhan .
3	X	15cm	14cm	X	X	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kanan .Sensor 2 membaca jarak sudah sesuai dengan perintah dan mendekatkan kapal
4	X	11cm	11cm	X	X	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan.Sensor 1 dan sensor 2 pada jarak yang telah ditentukan dan mulai menyandarkan kapal.
5	X	2cm	2cm	X	X	Kapal telah pada posisi sandar.Jarak sudah sesuai untuk menghentikan Gerak kapal untuk sandar.

Pada tabel 7 merupakan data saat pengujian ke 4 sensor saat dilakukan proses sandar kanan. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang awalnya berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 11 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet* sebagai tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 2cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah dilakukan.

Tabel 7. Pengujian ke 5 Sensor Sandar Kanan

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	100cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok ke arah pelabuhan .
3	X	17cm	11cm	X	X	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kanan .Sensor 2 membaca jarak sudah sesuai dengan perintah dan mendekatkan kapal
4	X	11cm	10cm	X	X	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan.Sensor 1 dan sensor 2 pada jarak yang telah ditentukan dan mulai menyandarkan kapal.
5	X	3cm	2cm	X	X	Kapal telah pada posisi sandar.Jarak sudah sesuai untuk menghentikan Gerak kapal untuk sandar.

Pada tabel 8 merupakan data saat pengujian sensor ke 5 saat dilakukan proses sandar kanan. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang awalnya berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 10 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet* sebagai tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 2cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah di lakukan.

Tabel 9. Pengujian ke 1 Sensor Sandar Kiri

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	100cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok ke arah pelabuhan .
3	X	X	X	17cm	11cm	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kiri .Sensor 4 membaca jarak sudah sesuai dengan perintah dan mendekatkan kapal
4	X	X	X	11cm	10cm	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan.Sensor 3 dan sensor 4 pada jarak yang telah di tentukan dan mulai menyandarkan kapal.
5	X	X	X	3cm	2cm	Kapal telah pada posisi sandar.Jarak sudah sesuai untuk menghentikan Gerak kapal untuk sandar.

Pada tabel 9 merupakan data saat pengujian ke 1 sensor saat dilakukan proses sandar kiri. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang awalnya berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 11 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet* sebagai tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 3 cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah di lakukan.

Tabel 8. Pengujian ke 2 Sensor Sandar Kiri

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	102cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok kearah pelabuhan .
3	X	X	X	18cm	9cm	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kiri .Sensor 4 membaca jarak sudah sesuai dengan perintah dan mendekatkan kapal
4	X	X	X	12cm	9cm	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan.Sensor 3 dan sensor 4 pada jarak yang telah di tentukan dan mulai menyandarkan kapal.
5	X	X	X	2cm	2cm	Kapal telah pada posisi sandar.Jarak sudah sesuai untuk menghentikan Gerak kapal untuk sandar.

Pada tabel 10 merupakan data saat pengujian ke 2 sensor saat dilakukan proses sandar kiri. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang awalnya berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 9 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet sebagai* tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 2 cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah di lakukan.

Tabel 9. Pengujian ke 3 Sensor Sandar Kiri

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	100cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok kearah pelabuhan .
3	X	X	X	18cm	10cm	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kiri .Sensor 4 membaca jarak sudah sesuai dengan perintah dan mendekatkan kapal
4	X	X	X	9cm	8cm	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan.Sensor 3 dan sensor 4 pada jarak yang telah di tentukan dan mulai menyandarkan kapal.
5	X	X	X	2cm	2cm	Kapal telah pada posisi sandar.Jarak sudah sesuai untuk menghentikan Gerak kapal untuk sandar.

Pada tabel 11 merupakan data saat pengujian ke 3 sensor saat dilakukan proses sandar kiri. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang *awalnya* berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 9 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet* sebagai tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 2 cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah di lakukan.

Tabel 10. Pengujian ke 4 Sensor Sandar Kiri

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	100cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok ke arah pelabuhan .
3	X	X	X	20cm	10cm	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kiri .Sensor 4 membaca jarak sudah sesuai dengan perintah dan mendekatkan kapal
4	X	X	X	10cm	10cm	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan.Sensor 3 dan sensor 4 pada jarak yang telah di tentukan dan mulai menyandarkan kapal.
5	X	X	X	2cm	2cm	Kapal telah pada posisi sandar.Jarak sudah sesuai untuk menghentikan Gerak kapal untuk sandar.

Pada tabel 12 merupakan data saat pengujian ke 4 sensor saat dilakukan proses sandar kiri. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang awalnya berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 10 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet* sebagai tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 2 cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah di lakukan.

Tabel 11. Pengujian ke 5 Sensor Sandar Kiri

No	Sensor Haluan	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Keterangan
1	200cm	X	X	X	X	Kapal mendekat menuju pelabuhan.
2	98cm	X	X	X	X	Kapal mulai berbelok ke arah pelabuhan.
3	X	X	X	18cm	9cm	Kapal berbelok dan memulai sandar di sisi kiri. Sensor 4 membaca jarak sudah sesuai dengan perintah dan mendekatkan kapal
4	X	X	X	12cm	9cm	Kapal sudah sandar di pelabuhan dan sejajar dengan pelabuhan. Sensor 3 dan sensor 4 pada jarak yang telah ditentukan dan mulai menyandarkan kapal.
5	X	X	X	2cm	2cm	Kapal telah pada posisi sandar. Jarak sudah sesuai untuk menghentikan Gerak kapal untuk sandar.

Pada tabel 13 merupakan data saat pengujian ke 5 sensor saat dilakukan proses sandar kiri. Sensor pada Haluan membaca jarak dari pelabuhan yang awalnya berjarak 200cm. Sensor di Haluan akan memberikan sinyal ke kemudi untuk membelokkan kapal saat jarak kapal haluan sudah 100cm ke pelabuhan. Kapal akan berbelok dan sensor 1 dan 2 yang ada di sisi kanan kapal membaca jarak kapal ke pelabuhan. Saat jarak ke pelabuhan sudah mendapati 9 cm maka kapal akan mendekat menggunakan *water jet* sebagai tenaga pendorong dari sisi lambung kapal. *Water jet* ini akan mendorong kapal sampai jarak 2 cm ke pelabuhan. Dan saat sudah sampai jarak yang telah ditentukan. *Water jet* akan otomatis berhenti dan proses sandar telah dilakukan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perancangan, perakitan, dan pembahasan mengenai *Rancang Sistem Sandar Otomatis Menggunakan Arduino*, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang telah melalui beberapa pengujian, di antaranya adalah pengujian jarak dari sensor 1 hingga sensor 4 serta sensor haluan. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali, terdiri dari 5 kali uji coba sandar kanan dan 5 kali uji coba sandar kiri. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sensor haluan yang diatur pada jarak 100 cm untuk membelokkan kapal mampu menghasilkan pengukuran dalam kisaran 98–102 cm. Sementara itu, sensor 1 hingga 4 yang terletak di sisi lambung kanan dan kiri kapal diatur pada jarak 10 cm untuk menyandarkan kapal, dengan hasil pengukuran berkisar antara 8–13 cm. Jarak akhir untuk menghentikan kapal saat proses sandar ditetapkan pada 3 cm, dan hasil uji menunjukkan jarak aktual sebesar 2–3 cm. Semua pengujian dilakukan

di kolam renang Politeknik Pelayaran Surabaya dan menunjukkan bahwa sistem bekerja secara fungsional dengan hasil yang mendekati nilai pengaturan.

Dari hasil penelitian dan uji coba yang telah dilakukan, masih terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan untuk pengembangan ke depan. Pertama, alat ini masih menggunakan sensor ultrasonik yang belum tahan terhadap air, sehingga disarankan untuk menggunakan jenis sensor yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan laut. Kedua, sistem pendorong menggunakan *water jet* masih bisa dikembangkan lebih lanjut agar proses sandar kapal menjadi lebih maksimal. Ketiga, mikrokontroler yang digunakan dinilai kurang efisien dan kurang mendukung untuk penerapan pada kapal umum, sehingga perlu dipertimbangkan penggunaan mikrokontroler dengan performa yang lebih baik. Keempat, bahan dasar kapal sebaiknya dikembangkan menggunakan material fiber agar bobot kapal lebih stabil dan tidak mudah terbawa oleh arus atau angin.

REFERENSI

- Alam, T. H. I., & Ermin, E. (2019). Rancang bangun prototype kapal pendeteksi dan pengambil sampah otomatis berbasis Arduino Nano. *INSECT (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, 4(2), 65–70.
- Arianto, B. (2021). Analisis peran buzzer media sosial dalam memperkuat kampanye petani milenial. *JRK (Jurnal Riset Komunikasi)*, 11(2).
- Arif, D. T., & Aswardi, A. (2020). Kendali kecepatan motor DC penguat terpisah berbeban berbasis Arduino. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, 6(2), 33–43.
- Arifin, T. N., Pratiwi, G. F., & Janrafsasih, A. (2022). Sensor ultrasonik sebagai sensor jarak. *Jurnal Tera*, 2(2), 55–62.
- Aru, S. S. (2018). *Olah gerak kapal secara aman diperairan es di Sakhalin oleh MV Highny* (Disertasi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang).
- Azmar, Z. B., & Perbani, N. R. C. (2016). Studi awal desain hull USV (Unmanned Surface Vehicle) untuk pengukuran batimetri di perairan tenang. *Reka Geomatika*, 2016(1).
- Dimas, R. S. (2019). *Analisa pengoperasian bow thruster pada saat manouver di MV Nusantara Sejati* (Disertasi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang).
- Jowangkay, T. M. (2016). *Simulasi sistem keamanan rumah menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino* (Disertasi, Politeknik Negeri Manado).
- Kamolov, A., & Park, S. (2019). An IoT-based ship berthing method using a set of ultrasonic sensors. *Sensors*, 19(23), 5181. <https://doi.org/10.3390/s19235181>

- Muhamad, R. A. N. (2021). *Analisis penghambat proses berthing kapal di Pelabuhan Tanjung Priok yang di ageni PT. Tarunacipta Kencana Jakarta* (Disertasi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang).
- Purwantomo, A. H. (2018). *Mengolah gerak kapal*. PIP Semarang.
- Rivaldi, P. (2024). *Rancang bangun sensor ultrasonik berbasis Arduino Uno sebagai alat bantu proses sandar kapal* (Disertasi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang).
- Sitanggang, R. T. P. (2024). *Analisis proses pendinginan lithium-ion baterai menggunakan media fluida aquadest dan ethylene glycol* (Disertasi, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa).
- Syukroni, M. F. (2017). *Rancang bangun knowledge management system berbasis web pada Madrasah Muallimin Al-Islamiyah Uteran Geger Madiun* (Disertasi, Universitas Muhammadiyah Ponorogo).
- Wiguna, A. R. (2020). Analisis cara kerja sensor ultrasonic dan motor servo menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk pengusir hama di sawah. *OSF Preprints*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/preprints>
- Yasmin, W. O. S. A. (2020). *Inventaris perlengkapan laboratorium sistem digital menggunakan modul RF433MHz* (Disertasi, Universitas Komputer Indonesia).
- Yudha, P. F., & Sani, R. A. (2019). Implementasi sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sensor parkir mobil berbasis Arduino. *Einstein e-Journal*, 5(3).