

# PERANCANGAN SISTEM KONTROL UNTUK MENCEGAH TUB- RUKAN PADA KAPAL LAUT

Junjungan Mikael.P<sup>1</sup>,Rozeff Pramana,S.T.,M.T.<sup>2</sup>, Eko Prayetno,S.T.,M.Eng.<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Mahasiswa<sup>1</sup>, Pembimbing I<sup>2</sup>, Pembimbing II<sup>3</sup>

Email:junjunganmikael75@gmail.com<sup>1</sup>,rozeff\_p@yahoo.co.id<sup>2</sup>,prayetnoeko\_eh@ymail.com<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Menghindari tubrukan menjadi masalah penting pada sistem transportasi perkapalan. Agar dapat menghindari tubrukan telah banyak kajian dilakukan, dan semuanya butuh biaya yang relatif besar. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem alternatif yang lebih sederhana dan ekonomis tetapi mampu bekerja untuk mencegah tubrukan pada kapal laut, seperti teknologi canggih yang sudah ada sebelumnya. Untuk mencapai tujuan tersebut peneliti menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek atau pengukur jarak.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis perancangan sistem kontrol ini menggunakan empat buah sensor ultrasonik, dan *arduino uno* sebagai *controller*, *servo* motor digunakan sebagai pengendali kemudi kapal, dan *buzzer* sebagai alarm. Setiap objek yang terdeteksi disebelah kiri, didepan, disebelah kanan dan juga dibelakang kapal, maka secara otomatis kemudi kapal akan berbelok sesuai perintah dari *arduino uno*, dan dapat mencegah terjadinya tubrukan. Pengujian ini dilakukan di kolam (*flat water*) dengan menggunakan prototipe kapal. Dari hasil pengujian yang dilakukan, prototipe ini dapat mencegah tubrukan dengan jarak objek terdeteksi maksimum dua meter, maka alarm akan berbunyi sebagai pemberitahuan adanya objek dan *servo* motor dapat mengendalikan kemudi kapal secara otomatis sehingga terjadinya tubrukan dapat dihindari.

**Kata kunci:** Tubrukan kapal, sensor *ultrasonic*, *arduino uno*.

## 1. Latar Belakang

Transportasi laut merupakan salah satu sarana yang sangat penting bagi manusia baik dari segi ekonomi ataupun sosial. Data investigasi kecelakaan pelayaran dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) sepanjang tahun 2010-2016 dari lima puluh empat kasus kecelakaan yang telah terjadi, tujuh belas diantaranya adalah kecelakaan tubrukan kapal di perairan Indonesia.

Penelitian terkait telah dilakukan oleh Aprizal dan Rozeff Pramana (2015). Dengan judul penelitian Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kecepatan Arus dan

Arah Arus Untuk Sistem Kepelabuhan dengan menggunakan sistem kontrol *Arduino Mega2560*.

Penelitian yang sudah dilakukan terkait dengan perangkat yang dirancang penulis dilakukan oleh Dzulkarnain dan Rozeff Pramana (2015) dengan judul Penelitian Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kecepatan Angin dan Arah Angin Untuk Sistem Kepelabuhan dengan menggunakan sistem kontrol *Arduino Mega2560*.

Penelitian terkait selanjutnya dilakukan oleh (Frank Ervin. 2010). Dengan judul *arduino based moving radar system*,

sensor ultrasonik yang digunakan satu buah sebagai pendeteksi objek atau pengukur jarak yang *disetting* diatas *servo* motor, dan diprogram agar berputar dari nol derajat ke seratus delapan puluh derajat, maka sensor ultrasonik akan membaca objek dan menampilkan hasil pembacaan objek di layar *monitor*.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis terinspirasi untuk mengembangkan jadi perancangan sistem kontrol untuk mencegah tubrukan pada kapal laut, dengan menggunakan empat sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek sebelah kiri, depan, kanan dan belakang, dengan *buzzer* sebagai alarm serta membuat *servo* motor sebagai pengendali kemudi kapal yang dikontrol dengan *arduino uno*. Sistem yang dibuat pada tugas akhir ini memiliki perbedaan struktur dibanding peneliti sebelumnya, yaitu sensor ultrasonik yang digunakan peneliti menggunakan empat buah yaitu sebelah kiri, depan, kanan, dan belakang dengan penambahan *servo* motor sebagai pengendali kemudi kapal, motor DC (*Direct Current*) sebagai *propeller* untuk menggerakkan kapal.

## 2. Landasan Teori

### A. Kapal Laut

Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah (undang-undang RI No 17 Tahun 2008 tentang pelayaran). Istilah kapal laut diartikan sebagai semua kapal yang dipakai untuk pelayaran di laut atau yang diperuntukkan untuk laut. Sehingga terdapat kapal perairan darat, yaitu kapal yang

dipakai untuk pelayaran di perairan darat seperti: sungai, danau, dan lainnya. Selanjutnya yang termasuk dalam golongan kapal laut ialah: kapal niaga, kapal nelayan, kapal pesiar, kapal penumpang, kapal penolong, kapal pengeruk lumpur, kapal tunda, dan lainnya. (Fahmi, dkk, 2011).

Prototipe kapal dirancang peneliti dari bahan triplek dengan tebal enam milli meter (mm), panjang lima puluh dua centi meter (cm), lebar tujuh belas centi meter (cm) dan tinggi dua puluh empat centi meter yang menjadi alat prototipe penulis yang digunakan menjadi bahan pengujian pada penelitian ini.



**Gambar 1.** Prototipe kapal laut

### B. Arduino Uno

*Arduino* merupakan perangkat keras yang bersifat *open source* dan menggunakan perangkat lunak *Arduino Integrated Development Environment* (IDE) untuk mengkode program yang dibutuhkan. Sejak awal peluncuran hingga sekarang, *uno* telah berkembang menjadi versi revisi tiga atau biasa ditulis atau R3. *Arduino uno* adalah mikrokontroler yang menggunakan ATmega328P. Perangkat ini memiliki 14 pin digital *input/output* (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input* analog, menggunakan kristal 16 MHz, koneksi USB, sebuah ICSP *header* dan tombol *reset*. *Arduino uno* memiliki sejumlah fitur untuk berkomunikasi dengan komputer dan *Arduino* lainnya ([arduino.cc](http://arduino.cc)).



**Gambar 2. Arduino UNO**  
( Sumber : arduino.cc )

### C. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran 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. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian di terima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah *representasi* dari jarak objek. Sensor ini cocok untuk aplikasi elektronik yang memerlukan deteksi jarak termasuk untuk sensor pada robot. Sensor HC-SR04 adalah *versi low cost* dari sensor *ultrasonic PING* buatan *parallax*. Perbedaannya terletak pada pin yang digunakan. HC-SR04 menggunakan 4 pin sedangkan *PING* buatan *parallax* menggunakan 3 pin. Pada Sensor HC-SR04 pin trigger dan output diletakkan terpisah. Sedangkan jika menggunakan *PING* dari *Parallax* pin *trigger* dan output telah diset *default* menjadi satu jalur (arduino .cc).



**Gambar 3. Sensor Ultrasonik HC-SR04**  
( Sumber : arduino.cc )

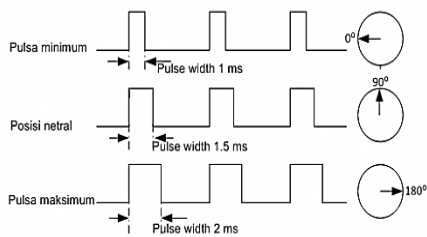
### D. Servo Motor DC (*Direct Current*)

*Servo* motor merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensio meter. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros *servo* motor (motor *servo.net*) .



**Gambar 4. Servo Motor**  
( Sumber : Servo motor.net)

Ada dua jenis motor *servo*, yaitu motor *servo* AC dan DC. Motor *servo* AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor *servo* DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Prinsip kerja motor *servo*: motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation, PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor *servo* akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).



**Gambar 5.** Prinsip Kerja Motor *Servo*  
( Sumber : *Servo motor.net*)

### E. *Electric Buzzer*

*Buzzer* Listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. *Buzzer piezo electric* memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke rangkaian elektronika lainnya.

Cara Kerja *Electric Buzzer*: Seperti namanya *piezo electric buzzer* adalah jenis *buzzer* yang menggunakan efek *piezo electric* untuk menghasilkan suara atau bunyinya. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan *piezo electric* akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan *diafragma* dan *resonator*.



**Gambar 6.** *Piezo Electric Buzzer*  
(Sumber: *Arduino.cc*)

### F. Motor DC (Direct Current)

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Mo-

tor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut:



**Gambar 7.** Motor DC  
(Sumber: *electronika.com*)

### G. Driver Motor L298N

*Driver* L298 dengan *supply* tegangan maksimum hingga 46 Volt dan total arus DC sampai dengan 4 A. Pengaturan kecepatan motor dilakukan dengan cara pengontrolan lama pulsa aktif (metode PWM - Pulse Width Modulation) yang dikirimkan ke rangkaian *driver* motor dari mikrokontroler menjadi masukkan ke pin EN (Enable) L298N, sedangkan IN1 dan IN2 mendapat masukkan sumber tetap. Mampu mengeluarkan output tegangan untuk Motor dc dan motor stepper sebesar 50 volt.



**Gambar 8.** Driver Motor L298N  
(Sumber: *Arduino.cc*)

### H. Light Emitting Diode (LED)

LED merupakan perangkat semikonduktor yang dapat memancarkan cahaya apabila dialiri arus (Leds Magazine, 2004). Fungsi dari LED yaitu memberikan indikasi pada suatu sistem. Cara kerjanya pun hampir sama dengan dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub posi-

tif (P) dan kutub negatif (N). LED hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (*bias forward*) dari *anoda* menuju ke *katoda*. LED terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di *doping* sehingga menciptakan *junction* P dan N. Ketika LED dialiri tegangan maju atau *bias forward* yaitu dari *anoda* (P) menuju ke *katoda* (K), kelebihan *elektron* pada N-tipe material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan *hole* (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (*P-Type material*). Saat elektron berjumpa dengan *hole* akan melepaskan *photon* dan memancarkan cahaya *monokromatik* (satu warna).



**Gambar 9.** *Light Emitting Diode* (LED)  
(Sumber: *github.com*)

### I. Saklar Listrik

Saklar atau lebih tepatnya adalah Saklar listrik adalah suatu komponen atau perangkat yang digunakan untuk memutuskan atau menghubungkan aliran listrik. Saklar yang dalam bahasa Inggris disebut dengan *switch* ini merupakan salah satu komponen atau alat listrik yang paling sering digunakan. Hampir semua peralatan elektronika dan listrik memerlukan saklar untuk menghidupkan atau mematikan alat listrik yang digunakan.

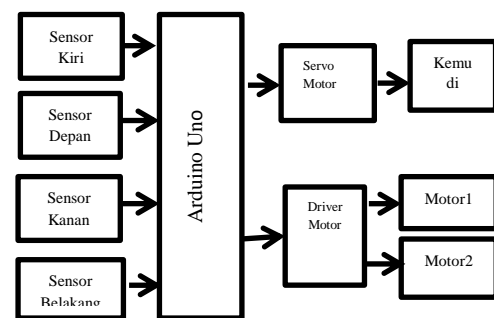


**Gambar 10.** Saklar Listrik  
(Sumber: *electric.com*)

### 3. Perancangan Dan Cara Kerja Sistem

#### A. Perancangan Sistem

Perancangan prototipe sistem kontrol untuk mencegah tubrukan pada kapal laut terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input yang terdiri dari empat buah sensor ultrasonik sebagai sensor jarak atau pendeteksi objek. *Arduino uno* yang berfungsi untuk mengolah data hasil dari bagian input, dan bagian output yang terdiri dari *servo* motor sebagai pengendali kemudi kapal, driver motor untuk penggerak motor1 dan motor2 sebagai *propeller* kapal. Perancangan sistem kontrol untuk mencegah tubrukan pada kapal digambarkan dalam diagram blok seperti gambar 11.

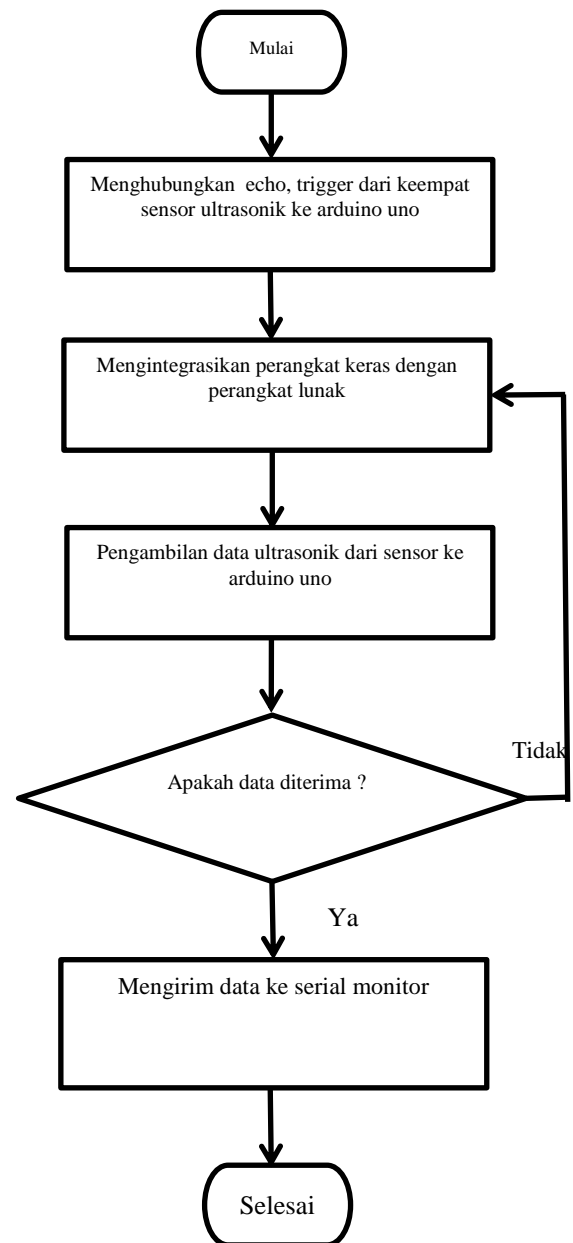


**Gambar 11.** Perancangan sistem perangkat

#### B. Cara Kerja Sistem

Sistem kontrol untuk mencegah tubrukan pada kapal bekerja dimulai dari pembacaan sensor ultrasonik disebelah kiri, dilanjutkan dengan didepan, disebelah kanan, dan dibelakang yang merupakan *input* data. Kemudian hasil pembacaan sensor tersebut diolah oleh *arduino uno* yang akan digunakan sebagai referensi untuk mengendalikan keseluruhan system. Data yang telah diolah oleh *arduino uno* akan menghasilkan sebuah *output*, yang digunakan menjadi perintah untuk menggerakkan *servo* motor sebagai pengendali kemudi kapal, dan *driver* motor sebagai pengendali *propeller* kapal. Data sensor ultrasonik kiri selanjutnya diolah untuk

mendapatkan nilai sudut *servo* motor sebagai penggerak kemudi untuk memutar haluan kapal sebelah kanan. Sebaliknya apabila sensor ultrasonik kanan mendeteksi objek maka arduino uno akan memberi perintah pada *servo* motor agar memutar haluan sebelah kiri. Sensor depan apabila mendeteksi objek maka arduino akan memberi perintah pada *servo* motor agar memutar haluan sebelah kanan sesuai dengan aturan kanan (rule of right) *International Maritime Organisation* (IMO) mengenai tubrukan. Jika dua buah kapal bertemu berhadapan maka keduanya harus memaanuverkan kapalnya ke kanan. Sensor belakang apabila mendeteksi objek maka *arduino uno* akan memberi perintah pada *driver* motor DC untuk menggunakan kecepatan maksimal sehingga tubrukan dapat dihindari. Apabila sensor kanan dan sensor kiri mendeteksi objek dengan jarak yang sama maka *arduino uno* akan memberi perintah pada *driver* motor DC untuk menggunakan kecepatan maksimal sehingga tubrukan dapat dihindari. Berdasarkan cara kerja sistem tersebut maka penulis menggambarkan sistem kerja perangkat dalam bentuk *flowchart* seperti yang ditunjukkan pada gambar 12.



**Gambar 12.** *Flowchart* Cara Kerja Sistem



#### 4. Pengujian Sistem Dan Analisis

##### A. Pengujian Sensor Ultrasonik Kiri

Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor ultrasonic HC-SR04 yang berfungsi untuk membaca jarak atau mendeteksi objek. Untuk pengambilan data pengujian, peneliti menggunakan kalibrator mistar (penggaris). Pengujian ini bertujuan untuk mencari dan mengkalibrasi data pembacaan sensor ultrasonik dengan benar, sehingga mampu mengukur jarak antara model kapal dengan halangan didepannya. Sensor Ultrasonik di *set* pada jarak tertentu, kemudian diukur menggunakan penggaris yang telah terkalibrasi, kemudian dilihat pembacaan pada penggaris. Apabila setting nilai sensor sama dengan pembacaan penggaris maka sensor telah terkalibrasi, apabila nilainya sama maka buzzer listrik sebagai alarm akan berbunyi.



**Gambar 13.** Pengujian sensor ultrasonik disebelah kiri

Pengujian sensor ultrasonik disebelah kiri, penulis membuat program *arduino uno*, dimana *echo* masuk ke pin 12, *trigger* masuk ke pin 13, positif *buzzer* masuk ke pin 3, *servo* motor ke pin 6 *arduino uno*. Apabila ada objek terdeteksi oleh sensor ultrasonik maka *servo* motor akan berputar empat puluh derajat ke kanan dari titik diam yaitu sembilan puluh derajat, dan *buzzer* akan berbunyi berarti objek terdeteksi. Gambar berikut adalah posisi kemudi kapal yang di kendalikan oleh *servo* motor setelah objek terdeteksi.



**Gambar 14.** *Servo* motor memutar kemudi kekanan

Hasil pembacaan sensor kiri dapat dilihat pada serial monitor *arduino uno* seperti gambar 15:

```
COM9 (Arduino/Genuino Uno)
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 4cm
Hasil Sensor kiri : 4cm
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 11cm
Hasil Sensor kiri : 79cm
Hasil Sensor kiri : 22cm
Hasil Sensor kiri : 78cm
```

**Gambar 15.** Jarak objek sensor kiri pada serial monitor *arduino uno*

##### B. Pengujian Sensor Ultrasonik Didepan

Pengujian sensor ultrasonik didepan, penulis membuat program *arduino uno*, dimana *echo* masuk ke pin 7, *trigger* masuk ke pin 8, positif *buzzer* masuk ke pin 3, *servo* motor ke pin 6 *arduino uno*. Apabila ada objek terdeteksi oleh sensor ultrasonik maka *servo* motor akan berputar empat puluh derajat ke kanan dari titik diam yaitu sembilan puluh derajat, dan *buzzer* akan berbunyi berarti objek terdeteksi. Pengujian ini sama dengan sensor kiri karena adanya aturan IMO. Jika

dua buah kapal bertemu berhadapan maka keduanya harus memantulkannya ke kanan. Hal inilah pedoman bagi penulis membuat program hamper sama dengan sensor kiri, bedanya hanya pada peletakan pin *arduino uno*.



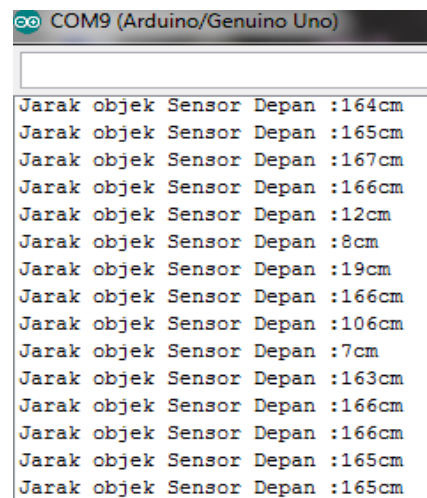
**Gambar 16.** Pengujian sensor ultrasonic didepan

Gambar berikut adalah posisi kemudi kapal yang di kendalikan oleh *servo* motor setelah objek terdeteksi.



**Gambar 17.** *Servo* motor memutar kemudi kekanan

Hasil pembacaan sensor kiri dapat dilihat pada serial monitor *arduino uno* seperti gambar 18.



**Gambar 18.** Jarak objek sensor didepan pada serial monitor *arduino uno*

### C. Pengujian Sensor Ultrasonik Disebelah Kanan

Pengujian sensor ultrasonic disebelah kanan, penulis membuat program *arduino uno*, dimana *echo* masuk ke pin 2, *trigger* masuk ke pin 4, positif *buzzer* masuk ke pin3, *servo* motor ke pin 6 *arduino uno*. Apabila ada objek terdeteksi oleh sensor ultrasonik maka *servo* motor akan berputar tiga puluh derajat kekiri dari titik diam yaitu sembilan puluh derajat, dan *buzzer* akan berbunyi berarti objek terdeteksi.

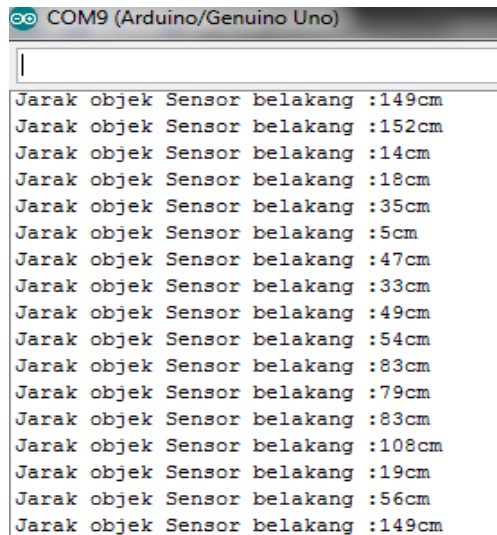


**Gambar 19.** Pengujian sensor ultrasonic disebelah kanan





Hasil pembacaan sensor dibelakang dapat dilihat pada serial monitor *arduino uno* seperti gambar 24:



**Gambar 24.** Jarak objek sensor dibelakang pada serial monitor *arduino uno*

### E. Pengujian Nilai Tegangan

Perancangan sistem control untuk mencegah tubrukan pada kapal memiliki beberapa komponen dengan tegangan yang berbeda-beda. Tegangan yang digunakan pada tiap komponen harus tepat dan akurat sehingga dapat menghindari kerusakan komponen akibat kelebihan tegangan (*over voltage*) atau kinerja komponen yang tidak maksimal akibat dari kekurangan tegangan (*under voltage*). Nilai tegangan yang digunakan pada komponen yang digunakan ditunjukkan pada tabel 1:

**Tabel 1.** Pengujian nilai tegangan

No	Nama Perangkat	Nilai Tegangan DC
1	Sensor <i>Ultrasonic</i>	5 VDC
2	<i>Servo</i> motor	3.3 VDC
3	Buzzer	3.3 VDC
4	Driver Motor L298N	5 VDC

Pengambilan data nilai tegangan digunakan sebuah multimeter manual dengan pemilihan skala 10 VDC, yang berarti batas maksimal tegangan yang diukur hingga 10 VDC.

## 5. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis yang dilakukan peneliti dapat membuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem control untuk mencegah tubrukan pada kapal dengan menggunakan empat buah sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak atau pendeteksi objek dapat mengurangi resiko tubrukan pada kapal.
2. Kapal secara otomatis akan berputar kekanan jika sensor ultrasonik sebelah kiri membaca objek, sebaliknya kapal akan berputar ke sebelah kiri jika objek terdeteksi dari sebelah kanan. sehingga bisa mengurangi resiko yang diakibatkan *human error*.
3. Kecepatan penuh atau maksimum dari *propeller* dapat bekerja apabila sensor belakang mendeteksi objek.
4. *Alarm* akan berbunyi jika setiap sensor *ultrasonic* membaca objek dan bisa menjadi pemberitahuan pada semua awak kapal.

### B. Saran

Penelitian yang dilakukan masih memerlukan pengembangan agar menjadi lebih baik. Adapun saran-saran yang dapat diberikan untuk pengembangan perancangan sistem control untuk mencegah tubrukan pada kapal yaitu:

1. Pemasangan sensor ultrasonik sebaiknya diletakkan juga dibagian

- bawah kapal, agar halangan yang dibawah kapal dapat terdeteksi.
2. Agar dapat mendeteksi objek dengan jarak yang lebih jauh disarankan menggunakan sensor sonar.
  3. Dari hasil perancangan dan penelitian, sistem ini belum dapat di implementasikan pada keadaan sebenarnya, membutuhkan beberapa penelitian terkait agar sistem dapat diterapkan dilapangan perlu pengembangan yang lebih lanjut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alshamsi, H., dkk, (2016). *RealTime Vehicle Tracking Using Arduino Mega. International Journal of Science and Technology, Vol.5, 624-627.*
- Aprizal dan Pramana Rozeff., 2015, *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan Arus dan Arah Arus Untuk Sistem Kepelabuhan, Skripsi, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.*
- Anggrahini, W. P. (2012). *Kajian efektivitas dan efisiensi kapal navigasi dalam rangka distribusi logistik pada distrik navigasi Surabaya. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perhubungan Laut Kementerian Perhubungan.*
- Anita F, dkk, (2012). *Studi Numerik Kendali Otomatis Olah Gerak Kapal Berbasis logika Fuzzy Untuk Menghindari Benturan, Proceeding CALL FOR PAPER-SNFT, 2011.*
- Ardianto, D. (2016). *SIM800L GSM/GPRS modul to Arduino. Retrieved*
- Arduino. (2016). *Main Board Arduino Uno . Retrieved from https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno, 21 Juni 2017.*
- Arduino. (2017). *Retrieved from https://www.arduino.cc/en/hacking/libraries, 21 Juni 2017.*
- Bambang,D.S.A. 2008. *Nautika Kapal Penangkap Ikan Jilid 3. Jakarta : Direktorat jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah*
- Chaudhry, V. (2013). *Arduair: Air Quality Monitoring. International Journal of Environmental Engineering and Management*
- Dzulkarnain dan Rozeff Pramana (2015) dengan judul *Penelitian Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan Angin dan Arah Angin Untuk Sistem Kepelabuhan dengan menggunakan sistem kontrol Arduino Mega2560. Skripsi, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.*
- Efendi Moch.Aries, Aisjah, A.S., Iskandarianto, F.A., 2010, *Perancangan Kendali Kecepatan Kapal Pada Jalur Pelayaran Karang Jamuang – Tanjung Perak Berbasis Logika Fuzzy Surabaya*
- Frank Ervin. (2010). *arduino based moving radar system*
- Fossen, T.I. (2002). *Marine Control Systems. Marine Cybernetics*
- Jacob M. Ph.D, C.C. Halkias, Ph.D. 1990. *Elektronika Terpadu. Jakarta : Erlangga*
- Kiki Prawiroredjo dan Nyssa Asteria, 2008. *Detektor Jarak Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler, Jetri. Volume 7. Nomor 2. Hal 41-52. ISSN 1412-0372.*
- Lovely dan Apriana (2014).

- Kajian Kecelakaan kapal di  
Pelabuhan Banten  
Menggunakan *Human Factors  
Analysis and Classification System*  
(HFACS).
- M. Ary Heryanto, ST & Ir. Wisnu  
Adi P. 2008. Pemrograman  
Bahasa C untuk Mikro  
kontrolerAT-  
Mega8535. Yogyakarta : Andi
- Prasanti, F. (2007). Sistem navigasi  
komunikasi (navkom) dan sistem  
transmitter VMS offline untuk ka-  
pal perikanan ukuran < 30 GT:  
Aplikasi sisi mobile unit dan serv-  
er multimedia. Surabaya:  
Politeknik Elektronika Negeri.
- Ray David, (2008). Reformasi  
sektor pelabuhan Indonesia  
dan Undang – Undang Pel-  
ayaran Tahun 2008
- Silvester Simau, S.Pi., M.Si (2013).  
Peraturan Internationa  
Mencegah Tubrukan Di  
Laut, 1972 (*International  
Regulations For Preventing  
Collision At Sea, 1972*)
- Sutoyo, & Affandi, A. (2012, April).  
Pemodelan kanal radio HF untuk  
implementasi OFDM pada band  
maritim. *JAVA Journal of Electri-  
cal and Electronics Engineering*,  
10(1), 23-32.
- Winarno, Darjat, & Zahra, A. A.  
(2009). Sistem navigasi dan moni-  
toring mobile robot dengan  
menggunakan transmisi nirkabel  
frekuensi 434 MHz. Semarang:  
Universitas Diponegoro.