



**PENDETEKSIAN KAPAL SELAM DI PERAIRAN INDONESIA  
MENGUNAKAN SISTEM SONAR PASIF**

**SKRIPSI**

**MAHARADJA MOHAMAD SYAHREZA AWANG SIMANJUNTAK  
1810313029**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN  
2022**



**PENDEKTESIAN KAPAL SELAM DI PERAIRAN INDONESIA  
MENGUNAKAN SISTEM SONAR PASIF**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**MAHARADJA MOHAMAD SYAHREZA AWANG SIMANJUNTAK  
1810313029**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

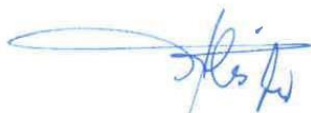
Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Maharadja Mohamad Syahreza Awang Simanjuntak  
NIM : 1810313029  
Program Studi : Teknik Perkapalan  
Judul Skripsi : Pendeteksian Kapal Selam Di Perairan Indonesia Menggunakan Sistem Sonar Pasif

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



**Purwo Joko Suranto, ST.MT**  
Penguji Utama



**Dr. Wiwin Sulistyawati, ST.MT**  
Penguji I



**Dr. Eng. Jaswar, C.Eng C.Mar.Eng**  
Penguji II



**Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc., M.Si., IPU**  
Dekan



**Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT**  
Ka. Prodi

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal Ujian : 22 Juni 2022

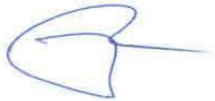
## HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

### PENDETEKSIAN KAPAL SELAM DI PERAIRAN INDONESIA MENGGUNAKAN SISTEM SONAR PASIF

Disusun Oleh:  
MAHARADJA SIMANJUNTAK  
1810313029

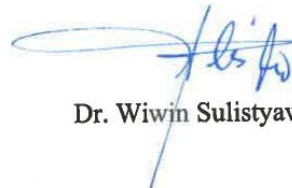
Menyetujui,

Pembimbing 1



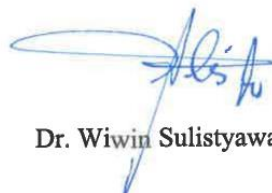
Dr. Eng, Jaswar Koto, C.Eng C.Mar.Eng

Pembimbing 2



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST.MT

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, ST. MT

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Maharadja Mohamad Syahreza Awang Simanjuntak

NIM : 1810313029

Program Studi : Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Depok, 16 Juni 2022

Yang menyatakan,



Maharadja Simanjuntak

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

### SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Maharadja Mohamad Syahreza Awang Simanjuntak  
NIM : 1810313029  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“PENDETEKSIAN KAPAL SELAM DI PERAIRAN INDONESIA MENGGUNAKAN  
SISTEM SONAR PASIF”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 22 Juni 2022

Yang Menyatakan,



Maharadja Simanjuntak

# PENDETEKSIAN KAPAL SELAM DI PERAIRAN INDONESIA MENGUNAKAN SISTEM SONAR PASIF

MAHARADJA SIMANJUNTAK

## ABSTRAK

Sonar (*Sound, Navigation, and Ranging*) adalah salah satu cara untuk mendeteksi pergerakan objek atau benda dibawah permukaan laut. Sonar memanfaatkan gelombang ultrasonik dan sinyal akustik yang dihasilkan oleh objek bawah laut. Sistem sonar pasif adalah sistem sonar yang hanya fokus dalam menerima gelombang atau sinyal dari objek bawah laut seperti kapal selam. Dalam penerimaan gelombang atau sinyal, sonar memanfaatkan efek Doppler. Efek Doppler adalah bentuk perbedaan nyata antara gelombang suara atau gelombang cahaya saat meninggalkan sumber gelombang, dan pada saat gelombang tersebut sampai ke penerima gelombang, yang disebabkan oleh Gerakan relatif antara penerima gelombang dan sumber gelombang. Efek Doppler juga digunakan untuk mengukur kecepatan sebuah objek pada radar ataupun sonar. Pendeteksian kapal selam menggunakan sistem sonar pasif merupakan salah satu cara dalam mendeteksi pergerakan kapal musuh yang memasuki perairan Indonesia. Maka dari itu penelitian ini dibuat untuk menganalisis keefektifan pendeteksian kapal selam yang memasuki perairan Indonesia menggunakan sistem sonar pasif. Sistem sonar pasif mempunyai rumus dan perhitungan untuk mengetahui jarak dan objek apa yang terdeteksi. Untuk membuktikan keefektifan sistem sonar pasif, dilakukan simulasi dan percobaan sederhana menggunakan sensor ultrasonik HC – SR 04 yang dibantu dengan program Arduino Uno Rev 3 dan *software Labview*. Target menggunakan objek buatan botol plastic yang diisi dengan air. Pada percobaan pertama sensor dapat mendeteksi objek pada jarak 21cm dengan tingkat keakurasian 99.95%. Pada percobaan kedua dilakukan variasi dengan jumlah objek, dan jarak. Objek diletakkan bersamaan, objek pertama dapat terdeteksi pada jarak 14cm dengan tingkat akurasi 97%, pada percobaan kedua objek dapat terdeteksi pada jarak 32cm dengan tingkat akurasi 98%. Sistem sonar pasif yang digunakan dapat mendeteksi target objek yang dituju, untuk melakukan simulasi dan percobaan yang lebih mendalam, diperlukan alat sensor yang lebih mutakhir dan biaya yang relatif mahal.

**Kata Kunci:** *Kapal Selam, Sonar, Sonar Pasif, Sonar Aktif, Efek Doppler, Sinyal Akustik, Gelombang Ultrasonic, Rumus Sonar Pasif*

# **DETECTING SUBMARINE IN INDONESIAN WATERS USING PASSIVE SONAR**

**MAHARADJA SIMANJUNTAK**

## **ABSTRACT**

*Sonar (Sound, Navigation, and Ranging) is one way to detect the movement of objects or objects below sea level. Sonar utilizes ultrasonic waves and acoustic signals generated by underwater objects. A passive sonar system is a sonar system that only focuses on receiving waves or signals from underwater objects such as submarines. In the reception of waves or signals, sonar utilizes the Doppler effect. The Doppler effect is a form of noticeable difference between sound waves or light waves when they leave the wave source, and at the time when the wave gets to the wave receiver, which is caused by the relative movement between the wave receiver and the wave source. The Doppler effect is also used to measure the speed of an object on radar or sonar. Submarine detection using a passive sonar system is one way to detect the movement of enemy ships entering Indonesian waters. Therefore this research was made to analyze the effectiveness of detection of submarines entering Indonesian waters using a passive sonar system. Passive sonar systems have formulas and calculations to find out what distances and objects are detected. To prove the effectiveness of passive sonar systems, simulations and simple experiments were carried out using ultrasonic HC – SR 04 sensors assisted by the Arduino Uno Rev 3 program and software review. The target uses an artificial object of a plastic bottle filled with water. In the first experiment, the sensor was able to detect objects at a distance of 21cm with a degree of accuracy of 99.95%. In the second experiment, variations were made with the number of objects, and distance. Objects are placed together, the first object can be detected at a distance of 14cm with an accuracy rate of 97%, in the second experiment the object can be detected at a distance of 32cm with an accuracy rate of 98%. The passive sonar system used can detect the target of the intended object, to carry out more in-depth simulations and experiments, more up-to-date sensor tools are needed and relatively expensive costs.*

**Keyword:** *Submarine, Sonar, Active Sonar, Passive Sonar, Doppler Effect, Acoustic Signal, Passive Sonar Equation*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat karunia-Nya, sehingga penulis bisa menyusun skripsi dengan judul “Pendeteksian Kapal Selam di Perairan Indonesia Menggunakan Sistem Sonar Pasif”. Dalam proses penulisan ini, penulis juga mendapatkan doa, dukungan dan bimbingan dari berbagai aspek. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu:

1. Dr. Erna Hernawati Ak, CPMA.CA. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta
2. Kepada Bapak Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T, M.T sebagai Kepala Prodi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam menjalani perkuliahan, dan membantu penulis dalam menjalankan tanggung jawab saat menjadi Ketua Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan.
4. Kepada Bapak Professor Dr. Eng. Jaswar, C. Mar. Eng sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dari awal sampai penulisan skripsi ini selesai.
5. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah mendampingi penulis selama penulisan skripsi.
6. Ibunda tercinta, Rina Ritnawati, yang telah melahirkan dan membesarkan penulis dengan penuh cinta dan kasih sayang, sehingga penulis bisa tumbuh kuat dan dewasa. Ibunda penulis yang selalu memberikan penulis doa dan dukungan yang tidak pernah putus selama masa perkuliahan.
7. Ayahanda tercinta, Ferhan Riza Simanjuntak yang telah mendidik penulis secara tegas dari kecil sampai dewasa, yang selalu memberikan penulis nasihat-nasihat penting dalam kehidupan, dan yang selalu memberikan penulis dukungan moral, dan materiil, sehingga penulis dapat menyelesaikan masa perkuliahan.
8. Adik Raihan dan Bayi Rachel selaku adik penulis yang selalu membantu penulis dan menemani penulis dirumah selama penulisan skripsi ini.
9. Keluarga penulis yang selalu memberikan penulis baik doa maupun dukungan secara jasmaniah dan rohaniah yang tidak dapat ditulis satu persatu.

dalam segala kondisi, Maritim 2018 yang selalu bisa melewati semua masalah dan cobaan yang datang. Maritim 2018 yang selalu bisa, hebat, dan kuat.

11. Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Vizar (Kedut), Faddyl (Koples), Arya (Dede), Haikal (Ecang), Calvin (Ambon), Kevin (Cokin), Ganesha (Eca), Joy (Ginting), Rachmad, Bryan (Kimloy), Iqbal (Ompong), Yudhistira, Stefanus (Pala Gede), William, Nur (Nung), Haris (Aci), Mirza, Rifki, Diko, dan Viko yang selalu ada untuk penulis disaat susah dan senang, yang selalu membantu penulis selama menjalani pendidikan.

12. Kepada Abang dan Mba Maritim 2017, Maritim 2016, Maritim 2015, dan Maritim 2014, yang telah mendidik penulis selama berkuliah di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

13. Mas Besto dan kak Ganesh yang telah membantu penulis dalam pemrograman sensor untuk pendeteksian.

14. Semua orang yang telah mendukung dan membantu penulis selama masa perkuliahan yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa selama proses penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis membutuhkan saran dan kritik yang membangun, dengan tujuan menyempurnakan isi dari penulisan skripsi ini. Penulis berharap penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pertahanan dan keamanan Indonesia, dan bermanfaat juga untuk penelitian dan pengembangan TNI Angkatan Laut pada masa yang akan datang, dan bahkan bermanfaat bagi penulis sendiri.

Jakarta, 16 Juni 2022

Penulis

# DAFTAR ISI

## Halaman

LEMBAR PENGESAHAN .....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	I
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	II
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ABSTRAK .....	V
<i>ABSTRACT</i> .....	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR.....	XI
DAFTAR TABEL .....	XII
DAFTAR LAMPIRAN.....	XIII
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 OBJEKTIF .....	3
1.4 BATASAN PENELITIAN .....	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN .....	4
<b>BAB 2 STUDI LITERATUR .....</b>	<b>5</b>
2.1 SONAR .....	5
2.2 TEKANAN HIDROSTATIK.....	8
2.3 TEKANAN AKUSTIK .....	9
2.4 HIDROFON .....	10
2.5 GELOMBANG ULTRASONIK.....	10
2.6 EFEK DOPPLER .....	10
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>12</b>
3.1 UMUM .....	12
3.2 STUDI LITERATUR.....	14
3.3 PENGUMPULAN DATA.....	14
3.4 MODELLING PADA <i>MAXSURF</i> .....	14
3.5 RUMUS DAN PERHITUNGAN SISTEM SONAR PASIF.....	14

3.6 SIMULASI PENDETEKSIAN OBJEK MENGGUNAKAN SISTEM SONAR .....	15
3.7 ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	15
3.8 KESIMPULAN .....	15
<b>BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>16</b>
4.1 DATA UTAMA KAPAL SELAM .....	16
4.2 HASIL PERMODELAN MENGGUNAKAN <i>MAXSURF</i> .....	18
4.3 PERHITUNGAN SONAR PASIF .....	19
4.3.1 <i>Source Level (SL)</i> .....	19
4.3.2 <i>Transmission Loss (TL)</i> .....	21
4.3.3 <i>Noise Level (NL)</i> .....	23
4.3.4 <i>Receiver Directivity Index (DI)</i> .....	23
4.4 PERUBAHAN EFEK DOPPLER PADA SISTEM SONAR PASIF .....	24
4.5 DETECTION THRESHOLD .....	24
4.6 ALAT DAN BAHAN SIMULASI .....	26
4.7 PEMROGRAMAN SIMULASI PENDETEKSIAN MENGGUNAKAN SISTEM SONAR .....	30
4.7.1 Pemrograman Sensor Ultrasonik HC-SR 04 .....	31
4.7.2 Pemrograman <i>Radar Sweep</i> .....	33
4.8 SIMULASI PENDETEKSIAN OBJEK MENGGUNAKAN SISTEM SONAR .....	34
4.8.1 Percobaan Pertama .....	34
4.8.2 Percobaan Kedua .....	35
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 KESIMPULAN .....	37
5.2 SARAN .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Perbedaan Cara Sistem Kerja Sonar Pasif dan Aktif .....	8
Gambar 2. 2 Ilustrasi Tekanan Hidrostatik pada Kedalaman Laut .....	9
Gambar 2. 3 Grafik Tekanan Akustik .....	10
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	13
Gambar 4. 1 <i>General Arrangement USS Virginia Class</i> .....	16
Gambar 4. 2 Hasil Permodelan Kapal Selam Menggunakan <i>Maxsurf</i> .....	18
Gambar 4. 3 Hasil Ilustrasi Kapal Selam Berlayar di Laut.....	18
Gambar 4. 4 Kurva <i>Detection Threshold</i> .....	25
Gambar 4. 5 Sensor Ultrasonik HC-SR 04 .....	26
Gambar 4. 6 Ilustrasi Cara Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR 04.....	27
Gambar 4. 7 Kapasitor 100 $\mu$ F .....	27
Gambar 4. 8 Kapasitor 0.1 $\mu$ F.....	28
Gambar 4. 9 Servo SG 90 .....	28
Gambar 4. 10 Jumper <i>Male to Male</i> .....	29
Gambar 4. 11 Arduino Uno Rev 3 .....	29
Gambar 4. 12 Proses Perakitan Sonar .....	30
Gambar 4. 13 <i>Block Diagram</i> Sensor HC-SR 04.....	31
Gambar 4. 14 <i>Front Panel</i> Sensor HC-SR 04.....	32
Gambar 4. 15 <i>Producer Loop</i> .....	33
Gambar 4. 16 <i>Consumer Loop</i> .....	33
Gambar 4. 17 Hasil Pendeteksian Pada Percobaan Pertama.....	34
Gambar 4. 18 Hasil Pendeteksian Pada Percobaan Kedua .....	35
Gambar 4. 19 Hasil Pendeteksian Pada Percobaan Kedua .....	35
Grafik 4. 1 Grafik <i>Transmission Loss</i> .....	25
Grafik 4. 2 Grafik Perubahan pada Efek Doppler.....	26

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Rata-rata Spektrum Sumber Suara.....	20
---	----

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Lembar Konsultasi Pembimbing 1

Lampiran 2 Lembar Konsultasi Pembimbing 2