



UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA

**STUDI PENENTUAN ZONA BAYANGAN (*SHADOW ZONE*)
UNTUK LATIHAN KAPAL SELAM DI PERAIRAN
LIFAMATOLA MALUKU UTARA**

LILY HARJANTO

12021042007

**Tesis yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Magister Pertahanan**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGINDERAAN**

BOGOR

2023

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

Nama : Lily Harjanto
NIM : 12021042007
Program Studi : Teknologi Penginderaan
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan
Judul Proposal
Tesis : Studi Penentuan Zona Bayangan (*Shadow Zone*) Untuk
Latihan Kapal Selam Di Perairan Lifamatola Maluku Utara

Pembimbing I,



Laksma TNI (Purn) Dr. Ir. Trismadi,
M.Si., ASEAN.Eng
Tanggal :

Pembimbing II,



Letkol Laut (KH) Dr. Gentio Harsono,
ST M.Si
Tanggal :



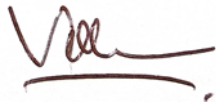


Mengetahui
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan,



Laksamana Muda TNI Dr. Ir. I Nengah Putra A, S.T., M.Si (Han)., ASEAN Eng.,
ACPE., CIPA

Tanggal :

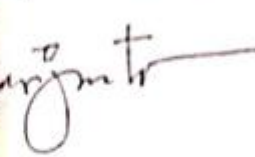
LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Nama	: Lily Harjanto		
NIM	: 12021042007		
Program Studi	: Teknologi Penginderaan		
Fakultas	: Fakultas Sains Dan Teknologi Pertahanan		
Judul Proposal			
Tesis	: Studi Penentuan Zona Bayangan (<i>Shadow Zone</i>) Untuk Latihan Kapal Selam Di Perairan Lifamatola Maluku Utara		
No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Pembimbing I Laksma TNI (Purn) Dr. Ir. Trismadi, M.Si., ASEAN.Eng		17-02-2023
2.	Pembimbing II Letkol Laut (KH) Dr. Gentio Harsono, ST M.Si		16-02-2023
3.	<i>Reviewer I</i> Prof. Dr. Sobar Sutisna, M.Surv. Sc		17-02-2023
4.	<i>Reviewer II</i> Dr. Setiyo Budiyanto, St., MT.		17-02-2023
5.	<i>Reviewer III</i> Dr. Yosef Prihanto, S.Si		17-02-2023

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan Ini saya menyatakan bahwa tesis ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apa pun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam tesis ini, saya bersedia untuk menerima sanksi ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 17-02-2023

MILIKAT
TEMPEL
1FG75AKX264812134

Lily Harjanto, S.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya yang tak terhingga dalam penyusunan tesis dengan judul: “Studi Penentuan Zona Bayangan (*Shadow Zone*) Untuk Latihan Kapal Selam Di Perairan Lifamatola Maluku Utara” dapat diselesaikan.

Penyusunan tesis ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknologi Penginderaan Fakultas Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan.

Penyusunan tesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Laksdya TNI Dr. Amarullah Octovian, S.T., M.Sc., DESD., CIQnR., CIQaR., IPU., ASEAN Eng. selaku Rektor Universitas Pertahanan RI.
2. Prof. Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan RI.
3. Kolonel Sus Agus Haryanto Ikhsanudin, M.Han., selaku Sesprodi Teknologi Penginderaan Fakultas Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan RI.
4. Laksma TNI (Purn) Dr. Ir. Trismadi, M.Si., ASEAN.Eng , selaku pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan, pengajaran, bimbingan, motivasi, serta nasihat kepada peneliti.
5. Letkol Laut (KH) Dr. Gentio Harsono, ST M.Si, selaku Pembimbing II atas dukungan, bimbingan dan motivasi untuk kelancaran selama berjalannya penelitian
6. Prof. Dr. Sobar Sutisna, M.Surv. Sc, selaku Penguji I.
7. Dr. Setiyo Budiyanto, St., MT., selaku Penguji II.
8. Dr. Yosef Prihanto, S.Sl. selaku Penguji III.

9. Kolonel Laut (T) Edward Pasaribu sebagai Komandan Puspeknubika Kodiklat yang telah memberikan ijin kepada penulis melaksanakan tugas belajar di Universitas Pertahanan Republik Indonesia
10. Kedua orang tua (Alm), Istri, Anak-anak saya Arya dan Valia, Kakak dan adik saya; Ibu Dewi Apt.ST, DR. Tarwadi Msc.ST, Surya Msc. ST, Vony Mpd. Spd. Veranita, beserta Keluarga lainnya yang senantiasa memberikan doa, restu, motivasi, kasih sayang, kepercayaan, dan dukungan moral maupun spiritual sehingga peneliti dapat menyelesaikan tesis ini.
11. Rekan seperjuangan mahasiswa Universitas Pertahanan Cohort 5 khususnya teman Program Studi Teknologi Penginderaan yang bersama dari awal hingga akhir perjalanan studi di Universitas Pertahanan.
12. Semua pihak yang turut membantu kegiatan penelitian.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya.

Peneliti menyadari bahwa tesis ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan tesis ini.

Akhirnya, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi *stakeholder* terkait dalam upaya mendukung pertahanan negara dengan menggunakan Teknologi Penginderaan. Akhir kata peneliti mengucapkan terima kasih.

Bogor,

Lily Harjanto, S.T.

ABSTRAK
STUDI PENENTUAN ZONA BAYANGAN (SHADOW ZONE) UNTUK
LATIHAN KAPAL SELAM DI PERAIRAN LIFAMATOLA MALUKU
UTARA

Lily harjanto

Indonesia memiliki potensi yg memerlukan pengawasan, khususnya ruang bawah air yang masih belum mampu kita kuasai dan kendalikan, hal ini menimbulkan kerawanan bagi keamanan wilayah negara Indonesia. Peningkatan kemampuan dalam memanfaatkan teknologi merupakan suatu keniscayaan dalam mempertahankan wilayah yang sangat luas, dengan mempelajari dan memiliki kemampuan penentuan Shadow zone pada suatu wilayah yang bersifat temporer akan menjadi modal melakukan pengamanan wilayah. Studi Penentuan Zona Bayangan (Shadow Zone) Untuk Latihan Kapal Selam Di Perairan Lifamatola Maluku Utara, bertujuan untuk, menganalisis profil kecepatan suara, menganalisis pola distribusi kolom kedap suara (*Shadow Zone*), merumuskan informasi *Shadow Zone* tersebut guna mendukung kegiatan pertahanan di bawah permukaan air di wilayah perairan Lifamatola Maluku Utara pada saat pasang dan saat surut. Dapat disimpulkan bahwa Profil kecepatan suara di wilayah perairan Lifamatola Maluku Utara pada saat pasang dan saat surut, menunjukan Koefisien atenuasi akan mempengaruhi nilai TL (*Transmission Loss*) yang dimana berdasarkan hasil simulasi nilai TL (*Transmission Loss*) apabila jarak semakin jauh (perairan dalam), maka nilai TL (*Transmission Loss*) akan semakin besar. Area *Shadow Zone* pada kedalaman 985 meter lebih luas jika dibandingkan pada kedalaman 775,6 karena, jarak gelombang suara yang lebih jauh, pola distribusi kolom kedap suara (*Shadow Zone*) pada saat kondisi laut pasang dan saat kondisi laut surut. Pola *shadow zone* di Stasiun 2 banyak ditemui dibanding pada Stasiun 1. Pada letak tranduser 25 meter, terlihat medium yang tidak terkena pancaran lebih sempit dibandingkan dengan letak tranduser 110 meter sehingga area *Shadow Zone* dengan posisi tranduser 110 meter medium yang tidak terkena pancaran lebih luas. Dengan Informasi *Shadow Zone* dapat digunakan untuk mendukung kegiatan pertahanan di bawah permukaan air, khususnya TNI AL dapat menggunakan informasi *Shadow Zone* sebagai pelengkap pada saat KRI melaksanakan patroli pengamanan perairan di Nusantara.

Kata kunci : *Shadow Zone*, Kapal Selam , *Tranduser*, *Parabolic Equation*, *Transmission Loss*

ABSTRACT
STUDY OF DETERMINATION OF SHADOW ZONE FOR SUBMARINE
TRAINING IN LIFAMATOLA WATERS, NORTH MALUKU

Lily Harjanto

Indonesia has potential that requires supervision, especially the underwater space which we are still not able to control and control, this creates a vulnerability to the security of the territory of the Indonesian state. Increasing the ability to utilize technology is a necessity in defending a very wide area, by learning and having the ability to determine the Shadow zone in an area that is temporary in nature will be an asset to carry out regional security. The Study on Determination of Shadow Zones for Submarine Exercises in Lifamatola Waters, North Maluku, aims to analyze the profile of the speed of sound, analyze the pattern of the distribution of soundproof columns (Shadow Zone), formulate information about the Shadow Zone to support defense activities under the surface of the water in the waters of Lifamatola North Maluku at high tide and low tide. It can be concluded that the profile of the speed of sound in the Lifamatola waters of North Maluku at high tide and low tide, shows that the attenuation coefficient will affect the TL (Transmission Loss) value which is based on the simulation results of the TL (Transmission Loss) value if the distance is farther (deep waters), then the value of TL (Transmission Loss) will be even greater. The Shadow Zone area at a depth of 985 meters is wider than at a depth of 775.6 due to the longer distance of sound waves, the distribution pattern of soundproof columns (Shadow Zone) during high tide and low tide conditions. The shadow zone pattern at Station 2 is more common than at Station 1. At a transducer position of 25 meters, it can be seen that the medium which is not exposed to light is narrower than that of the transducer 110 meters so that the Shadow Zone area with a transducer position of 110 meters of the medium which is not exposed to light is wider. Shadow Zone information can be used to support underwater defense activities, in particular the Indonesian Navy can use Shadow Zone information as a complement when the KRI carries out water security patrols in the archipelago.

Keywords: Shadow Zone, Submarine, Transducer, Parabolic Equation, Transmission Loss

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Pembatasan Masalah.....	5
1.4. Rumusan Masalah	7
1.5. Tujuan Penelitian	8
1.6. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Landasan Teori	10
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu	25
2.3 Kerangka Pemikiran.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Metode dan Desain Penelitian	29
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3. Populasi dan Sampel Penelitian	33

3.4.	Teknik Pengumpulan Data	33
3.5.	Instrumen Penelitian.....	34
3.6.	Teknik Pengolahan Data	35
3.7.	Teknik Analisis Data Kuantitatif	43
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	48
4.1	Depkripsi Data.....	48
4.2	Hasil Pengumpulan Data.....	49
4.3	Hasil Pengolahan Data (Profil Vertikal Suhu, Salinitas dan Kecepatan Suara)	49
4.4	Hasil Pengujian (Simulasi Nilai Kehilangan Transmisi pada Kedalaman dan Jarak).....	57
4.5	Pembahasan.....	68
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	74
	DAFTAR PUSTAKA.....	75
	LAMPIRAN.....	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Wilayah Zona Bayangan Yang Dibentuk Dari Stratifikasi Suhu Pada Sonar Kapal Atas Air (Sumber: University of Rhode Island, 2021).....	2
Gambar 1.2 Berbagai lokasi perairan Indonesia yang menjadi wilayah penelitian oleh berbagai institusi riset kelautan dunia terkait Arus Lintas Indonesia. Lokasi Nomor 3 adalah Selat Lifamatola yang menjadi fokus penelitian ini (Sumber: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, 2010).....	4
Gambar 1.3. Stasiun 1	6
Gambar 1.4. Stasiun 2	6
Gambar 2.1 Profil Gradien Suara negative. Zainuddin L, (2015).	19
Gambar 2.2 Profil SOFAR.....	19
Gambar 2.3 Hubungan permukaan tekanan dan densitas. (Lutfi rangga 2014).....	22
Gambar 2.4 Barotropik sudut slope yg terbentuk pada isobar selalu sama sedngkan pada kondisi Baropiknik sudutnya mengecil dan cenderung menjadi datar dengan semakin dalamnya laut (Lutfi rangga 2014).....	23
Gambar 2.5 Kerangka Berpikir.....	28
Gambar 3.1 Desain Penelitian	31
Gambar 3.2 Peta Perairan Indonesia dan Lokasi Penelitian (Kotak Merah)	31

Gambar 4.1 Profil Vertikal Suhu Terhadap Kedalaman di Perairan Lifamatola. (Stasiun 1).....	50
Gambar 4.2 Profil Vertikal Suhu Terhadap Kedalaman di Perairan Lifamatola. (Stasiun 2).....	50
Gambar 4.3 Profil Vertikal Salinitas Terhadap Kedalaman di Perairan Lifamatola. (Stasiun 1).....	53
Gambar 4.4 Profil Vertikal Salinitas Terhadap Kedalaman di Perairan Lifamatola. (Stasiun 2).....	53
Gambar 4.5 Profil Vertikal Kecepatan Suara Terhadap Kedalaman di Perairan Lifamatola. (Stasiun 1).....	55
Gambar 4.6 Profil Vertikal Kecepatan Suara Terhadap Kedalaman di Perairan Lifamatola . (Stasiun 2).....	55
Gambar 4.7 Hasil Simulasi Perambatan GelombangSuara di Stasiun1, Frekwensi 38 Hz dan Kedalaman <i>Tranduser</i> 25 meter (Lingkaran Kuning merupakan daerah <i>Shadow Zone</i>) di Perairan Lifamatola	59
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Perambatan GelombangSuara di Stasiun1, Frekwensi 38 Hz dan Kedalaman <i>Tranduser</i> 110 meter (Lingkaran Kuning merupakan daerah <i>Shadow Zone</i>) di Perairan Lifamatola	59
Gambar 4.9 Hasil Simulasi Perambatan GelombangSuara di Stasiun1, Frekwensi 100 Hz dan Kedalaman <i>Tranduser</i> 25 meter (Lingkaran Kuning merupakan daerah <i>Shadow Zone</i>) di Perairan Lifamatola	60
Gambar 4.10 Hasil Simulasi Perambatan GelombangSuara di Stasiun1, Frekwensi 100 Hz dan Kedalaman <i>Tranduser</i> 110 meter (Lingkaran Kuning merupakan daerah <i>Shadow Zone</i>) di Perairan Lifamatola	60
Gambar 4.11 Hasil Simulasi Perambatan GelombangSuara di Stasiun2, Frekwensi 38 Hz dan Kedalaman <i>Tranduser</i> 25 meter (Lingkaran Kuning merupakan daerah <i>Shadow Zone</i>) di Perairan Lifamatola	64
Gambar 4.12 Hasil Simulasi Perambatan GelombangSuara di Stasiun2, Frekwensi 38 Hz dan Kedalaman <i>Tranduser</i> 110 meter (Lingkaran Kuning merupakan daerah <i>Shadow Zone</i>) di Perairan Lifamatola	64

- Gambar 4.13 Hasil Simulasi Perambatan Gelombang Suara di Stasiun2, Frekwensi 100 Hz dan Kedalaman *Tranduser* 25 meter (Lingkaran Kuning merupakan daerah *Shadow Zone*) di Perairan Lifamatola 64
- Gambar 4.14 Hasil Simulasi Perambatan Gelombang Suara di Stasiun2, Frekwensi 100 Hz dan Kedalaman *Tranduser* 110 meter (Lingkaran Kuning merupakan daerah *Shadow Zone*) di Perairan Lifamatola 65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	32
Tabel 3.2 Data Penelitian.....	33
Tabel 3.3. Batasan Parameter	43

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Table 1 Data stasiun 1	77
Lampiran 2. Tabel 2 Data Stasiun 2.....	78
Lampiran 3. Gambar 1 Pengolahan Menggunakan <i>Acoustics Toolbox</i> “ <i>Bellhop</i> ” pada Perangkat Lunak <i>Matlab 2015a</i>	79
Lampiran 4. Gambar 2 Pengolahan Data Pada Perangkat Lunak <i>Matlab</i> <i>2015a</i>	79
Lampiran 5. Data 1 Data Environment.....	84
Lampiran 6. Tabel 1 Data Pasut Perairan Selat Lifamatola 28 Februari s/d 1 Maret 2009.....	87
Lampiran 7. Grafik 1 Pasut Perairan Selat Lifamatola	87
Lampiran 8. Gambar 1 Data Parameter vertical Suhu, Salinitas dan Densitas Perairan Selat Lifamatola.....	88