



UNIVERSITAS PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA

**MODIFIKASI GELADAK UTAMA KAPAL PC40
MENGUNAKAN *SANDWICH PLATE SYSTEM* GUNA
MENDUKUNG OPERASI PERTAHANAN LAUT**

VERYAWAN NANDA PERKASA


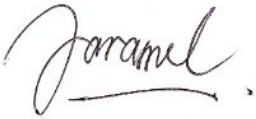
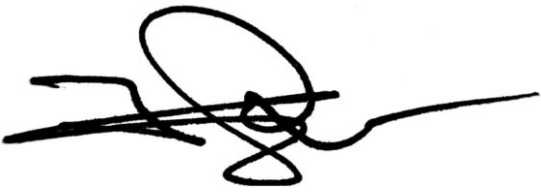
120190404007

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




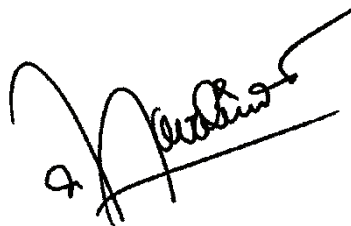

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTAHANAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI DAYA GERAK**

**JAKARTA
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

<p>Nama : Veryawan Nanda Perkasa NIM : 120190404007 Program Studi : Teknologi Daya Gerak Fakultas : Teknologi Pertahanan Judul Tesis : Modifikasi Geladak Utama Kapal PC40 Menggunakan <i>Sandwich Plate System</i> Guna Mendukung Operasi Pertahanan Laut</p>	
<p>Pembimbing I,  Kolonel Kes Dr. Sovian Aritonang, S.Si., M.Si Kolonel Kes/NRP. 519726 Tanggal:</p>	<p>Pembimbing II,  Letkol Laut (PM) Dr. Djamarel Hermanto, S.T., M.M., M.T Letkol Laut (PM)/NRP 13982/P Tanggal:</p>
<p>Mengetahui Dekan Fakultas Teknologi Pertahanan  Laksda TNI Kasih Prihantoro, S.E., M.M., M.Tr.(Han) Tanggal:</p>	

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Nama : Veryawan Nanda Perkasa NIM : 120190404007 Program Studi : Teknologi Daya Gerak Fakultas : Teknologi Pertahanan Judul Tesis : Modifikasi Geladak Utama Kapal PC40 Menggunakan <i>Sandwich Plate System</i> Guna Mendukung Operasi Pertahanan Laut			
No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Pembimbing I: Kol. Kes. Dr. Sovian Aritonang S.Si., M.Si		
2.	Pembimbing II: Letkol Laut (PM) Dr. Djamarel Hermanto, S.T., M.M., M.T		
3.	<i>Reviewer I:</i> Laksma TNI Dr. I Nenga Putra A. S.T.,M.Si. (Han CIQaR., IPU		
4.	<i>Reviewer II:</i> Kol. Arh. Dr. R. Djoko Andreas Navalino, S.IP. M.AB		
5.	<i>Reviewer III:</i> Dr. Maykel Manawan, S.Si., M.Si		

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis/disertasi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun 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 dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam tesis ini saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Jakarta, April 2021



Veryawan Nanda Perkasa

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga penyusunan tesis ini berhasil diselesaikan. Topik yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2020 ini ialah material penahan radiasi untuk kendaraan tempur, dengan judul **Modifikasi Geladak Utama Kapal PC40 Menggunakan *Sandwich Plate System* Guna Mendukung Operasi Pertahanan Laut.**

Terselesainya tesis ini tidak dapat terlepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Pertahanan, Bapak Laksamana Madya TNI Dr. Amarulla Octavian, S.T., M.Sc., DESD., CIQnR., CIQaR., IPU.
2. Dekan Fakultas Teknologi Pertahanan Universitas Pertahanan, Bapak Laksda TNI Kasih Prihantoro, S.E., M.M., M.Tr.(Han).
3. Bapak Kol. Kes. Dr. Sovian Aritonang S.Si., M.Si selaku Pembimbing I.
4. Bapak Mayor Laut (PM) Dr. Djamarel Hermanto, S.T., M.M., M.T selaku Pembimbing II.
5. Sesprodi Teknologi Daya Gerak Bapak Kolonel Kes Dr. Ir. Sovian Aritonang, S.Si., M.Si.
6. Para penguji sidang dari proposal hingga ujian tesis, atas bimbingan dan masukannya.
7. Seluruh bapak dan ibu dosen serta staff Teknologi Daya Gerak, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.
8. Keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan.
9. Teman-teman seperjuangan, mahasiswa Teknologi Daya Gerak Cohort III, mahasiswa Fakultas Teknologi Pertahanan, serta mahasiswa Universitas Pertahanan Cohort XI.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kebaikan pada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat terhadap perkembangan ilmu pertahanan.

Jakarta, Maret 2021

Veryawan Nanda Perkasa

ABSTRAK

MODIFIKASI GELADAK UTAMA KAPAL PC40 MENGGUNAAN SANDWICH PLATE SYSTEM GUNA Mendukung OPERASI PERTAHANAN LAUT

VERYAWAN NANDA PERKASA

Indonesia adalah negara maritim kepulauan terbesar di dunia, sudah seharusnya memperkuat kemampuan dalam mengamankan wilayah perairan yang sangat luas, guna menjamin keamanan dan keselamatan pelayaran di seluruh perairan yurisdiksi Indonesia. Hal tersebut memiliki konsekuensi perlunya kapal patroli yang handal dan memiliki kekuatan material yang tangguh untuk menghadapi ancaman serangan lawan. kapal PC 40 merupakan kapal patroli TNI-AL yang dapat di handalkan dengan dimensi yang relatif kecil akan mudah beroperasi di daerah kepulauan. Pada umumnya konstruksi struktur pada kapal PC 40 menggunakan material alumunium, seiring dengan perkembangannya jaman, material *Sandwich Plate System* telah ditemukan memiliki karakteristik yang memberikan kelebihan dalam bidang kekuatan dan struktur yang lebih sederhana dibandingkan kontruksi konvesional.pada penelitian ini penelitian ini akan dilakukan analisis yang bersifat simulasi numerik dengan mengidentifikasi perbandingan kekuatan dari struktur konstruksi menggunakan alumunium konvensional dengan struktur konstruksi menggunakan baja plat dasar menggunakan material *Sandwich Plate System* konfigurasi alumunium-elastomer-alumunium di bagian struktur pelat datar pada geladak utama Kapal PC 40 milik TNI-AL. Analisis dilakukan dengan simulasi numerik berdasarkan FEM pada konstruksi geladak utama dengan pembebanan muatan. Dari hasil simulasi didapatkan besar tegangan maksimal untuk material alumunium sebesar 17 Mpa dengan menggunakan penegar, sedangkan konstuksi dengan material SPS tegangan maksimal yang dihasilkan sebesar 15 Mpa mengurangi penggunaan 15 penegar, dengan deformasi maksimal untuk alumunium dan SPS yaitu 12% yang terjadi pada bagian tengah blok konstruksi geladak utama.

Kata kunci: *sandwich plate system*, *finite element method*, tegangan, geladak utama.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE USE OF THE SANDWICH PLATE SYSTEM (SPS) ON THE MAIN DECK OF THE PC40 SHIP TO SUPPORT MARINE DEFENSE OPERATIONS

VERYAWAN NANDA PERKASA

The development of advanced material technology provides alternatives in improving various forms of systems, including the construction of ship structures. The background of this research is the problem of light material requirements on ships, speed of production processes, simplification of construction and low ship maintenance costs. The use of light material Sandwich Plate System (SPS) is one of the answers to these problems, the use of SPS can simplify the shape of ship construction by reducing fencing on the main deck. This article discusses the comparison of stress and deformation distribution patterns in constructions using SPS and aluminum. The analysis was carried out by numerical simulation based on FEM on the main deck construction with load loading. From the simulation results, the maximum stress for aluminum material is 17 Mpa by using a fastener, while the construction with the SPS material the maximum stress generated is 15 MPa reducing the use of the fastener, with the maximum deformation for aluminum and SPS which is 12% which occurs in the middle of the main deck construction.

Keywords: sandwich plate system (SPS), finite element method (FEM), stress, main deck.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1 Identifikasi Masalah.....	4
1.2 Pembatasan Masalah.....	5
1.3 Rumusan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.5.1 Manfaat Teoritis.....	6
1.5.2 Manfaat Praktis.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Landasan Teori.....	7
2.1.1 Teori Sistem Pertahanan Negara.....	7
2.1.2 Kontruksi Geladak.....	8
2.1.3 <i>Sandwich Plate System</i>	10
2.1.4 Aplikasi SPS pada kontruksi kapal.....	11
2.1.5 Tegangan.....	13
2.1.6 Regangan.....	14

2.1.7	Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Method</i>)	15
2.2	Hasil Penelitian Terdahulu	21
2.3	Kerangka Berpikir	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Metode dan Desain Penelitian	33
3.1.1	Metode Penelitian.....	33
3.1.2	Desain Penelitian.....	33
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.2.1	Tempat Penelitian	34
3.2.2	Waktu Penelitian.....	34
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	35
3.1.1	Data Sekunder.....	35
3.1.2	Studi literatur.....	35
3.4	Teknik Analisis Data	36
3.4.1	Identifikasi ketebalan SPS	37
3.4.2	Pembuatan Model Geladak utama.....	39
3.4.3	Pembebanan.....	39
3.4.4	Analisis Kekuatan Kontruksi.....	39
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		40
4.1	Deskripsi Data	40
4.1.1	Ukuran Utama Kapal PC 40 Meter.....	40
4.2	Pengujian Hipotesis	42
4.2.1	Penentuan tebal SPS.....	42
4.2.2	Pemodelan Struktur Menggunakan <i>Software Finite Element Analysis</i>	43
4.2.3	Penentuan Berat Kontruksi.....	54
4.3	Pembahasan.....	57

4.3.1	Hasil Analisis Kekuatan menggunakan <i>Software Finite element Analysis</i>	57
4.3.2	Perhitungan Berat Konstruksi.....	59
4.3.3	Validasi Model	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.1.	Kesimpulan	63
5.2.	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kapal PC 40	2
Gambar 1.2 SPS (<i>Sandwich Plate Structure</i>) VS <i>Conventional Stiffened Steel</i>	4
Gambar 2.1 <i>Ring Construction</i> Kapal PC 40	9
Gambar 2.2 Contoh <i>Sandwich Plate System</i>	10
Gambar 2.3 Komponen Tegangan Normal dan Geser dari Tegangan	13
Gambar 2.4 Alur Proses Pada Program ABAQUS.....	18
Gambar 2.5 Komponen pada Windows Utama Program ABAQUS	20
Gambar 2.6 Kerangka Berpikir.....	32
Gambar 3.1 Diagram Alir Penentuan Ketebalan Pelat Atas dan Bawah dan Ketebalan Inti.....	38
Gambar 3.2 Detail konstruksi dengan material aluminium konvensional (A) dan material SPS (B)	32
Gambar 4.1 Rencana Umum Kapal PC 40	40
Gambar 4.2 Konstruksi Profil Kapal PC 40	41
Gambar 4.3 <i>Midship</i> Kapal PC 40.....	41
Gambar 4.4 Sket Plat.....	44
Gambar 4.5 Sket Profil <i>Deck Beam</i> dan <i>Strong Beam</i>	45
Gambar 4.6 Input Material Properties Aluminium 6082	47
Gambar 4.7 Input <i>Material Properties Core Material</i>	48
Gambar 4.8 Hasil <i>Instance</i>	49
Gambar 4.9 Hasil <i>Instance</i>	49
Gambar 4.10 Tahap Simulasi	50
Gambar 4.11 <i>Input Boundary Condition</i>	51
Gambar 4.12 Bentuk <i>Boundary Condition</i>	52
Gambar 4.13 <i>Mesh</i>	52
Gambar 4.14 Hasil dari <i>Software ABAQUS</i>	53
Gambar 4.15 Deformasi Pada Plat	54
Gambar 4.16 Pola Distribusi Tegangan Pada Plat.....	55
Gambar 4.17 Pola Distribusi Tegangan Pada Plat.....	55

Gambar 4.18 Pola Distribusi Tegangan Pada Plat.....	56
Gambar 4.19 Pola Distribusi Tegangan Pada Plat.....	57
Gambar 4.20 Pola Distribusi Tegangan Pada Plat.....	58
Gambar 4.21 Validasi Menggunakan <i>Software</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konstruksi yang digunakan Kapal PC 40	9
Tabel 2.2 Hasil pengujian kulit material alumunium 6082	10
Tabel 2.3 Hasil pengujian <i>core material cured</i> elastomer	11
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	24
Tabel 4.1 Ukuran profil kapal pada konstruksi geladak utama.....	246
Tabel 4.2 Ukuran Ukuran tebal pelat geladak utama	246
Tabel 4.3 Tipe konstruksi yang akan diuji	249
Tabel 4.4 Estimasi berat konstruksi dengan tipe konvesional.....	55
Tabel 4.5 Estimasi berat konstruksi dengan tipe konvesional.....	56
Tabel 4.6 Estimasi berat konstruksi dengan tipe konvesional.....	56
Tabel 4.7 Estimasi berat konstruksi dengan tipe konvesional.....	57
Tabel 4.8 Hasil perbandingan tegangan	58
Tabel 4.9 Estimasi berat konstruksi dengan tipe konvesional.....	59
Tabel 4.10 Estimasi berat konstruksi dengan tipe SPS A	59
Tabel 4.11 Estimasi berat konstruksi dengan tipe SPS B	59
Tabel 4.12 Estimasi berat konstruksi dengan tipe SPS C.....	60
Tabel 4.13 Estimasi berat konstruksi dengan tipe SPS D.....	60
Tabel 4.14 Hasil Validasi	62