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

PC40 SHIP'S MAIN DECK MODIFICATION USES A SANDWICH PLATE SYSTEM TO SUPPORT SEA DEFENSE OPERATIONS

Veryawan nanda Perkasa[1], Sovian Aritonang[2], Djamarel Hermanto[3]

UNIVERSITAS PERTAHANAN
veryawannanda@gmail.com

Abstract-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 mengadapi 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 mengunakan 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 *– 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.*

Pendahuluan

Luas wilayah Indonesia 80% berupa laut dan luasnya mencapai 5.800.000 km2 dengan garis pantai sepanjang 80.791 km. Secara geografis Indonesia memiliki letak yang strategis antara persilangan dua samudera dan dua benua. Sehingga laut Indonesia menjadi alur laut yang sangat penting untuk jalur perdagangan dunia dan lintas pelayaran internasional. Indonesia adalah negara kepulauan, ini adalah bukti kuat bahwa kondisi tersebut diperlukan untuk memiliki keamanan yang sangat kuat di bagian laut dan udara. Ini menjadi sangat penting, karena melihat dari sudut pandang keamanan tradisional ancaman akan datang dari laut dan udara. Ancaman terhadap keamanan suatu negara tidak selalu invasi militer dari negara lain.

Kapal patroli cepat 40 M ini memiliki spesifikasi panjang 45,5 meter, lebar 7,9 meter dan bobot 220 ton. Kapal ini mampu melaju dengan kecepatan maksimal 24 knot, kecepatan jelajah 17 knot dan kecepatan ekonomis 15 knot, serta memiliki ketahanan (endurance) berlayar selama enam hari. Kapal perang ini juga dilengkapi dengan dua unit radar dan senjata meriam 30 mm dan akan diawaki 35 prajurit.

Kapal PC 40 menjadi salah satu alutsita andalan dari TNI-AL di karenakan kapal PC 40 memiliki lebihan dengan ukuran yang relatif kecil akan mudah untuk dioperasikan pada daerah perbatasan. Terutama Kepulauan kecil daerah perbatasan yang rentang terhadap ancaman.

Material pada kapal PC 40, pada umumnya adalah alumunium. Tetapi Alumunium dirasa masih kurang efektif dalam segi berat dalam proses desain kapal. Penelitian terkini banyak yang mengarah kepada pengembangan material baru dalam aplikasi pada kapal. Salah satunya adalah Sandwich panel.

Kekuatan konstruksi kapal merupakan factor utama dalam perancangan konstruksi kapal, terutama pada bagian main deck. Perhitungan kekuatan pada konstruksi main deck sangat diperhitungkan karena beban yang diterima oleh main deck lebih besar dikarenakan main deck menampung senjata dan navigasi deck. Oleh sebab persoalan utama diatas, pada penelitian ini akan memberikan alternatif desain struktur dari desain dengan merubah plat dasar pada geladak utama yang awalnya mengunkan material alumunium menjadi material *Sandwich Plate System* (SPS)

dengan konfigurasi alumunium-elastomer-alumunium untuk mendapatkan konstruksi tanpa pilar dan penegar dengan kekuatan yang verada pada estándar yang diijinkan pada kapal tersebut.

Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini akan dilakukan análisis yang bersifat simulasi numerik dengan mengidentifikasi perbandingan kekuatan dari struktur konstruksi menggunakan alumunium konvensional dengan struktur konstruksi menggunakan baja plat dasar mengunakan material Sandwich Plate System (SPS) konfigurasi alumunium – elastomer – alumunium di bagian struktur pelat datar pada geladak utama (main deck) Kapal PC 40 milik TNI - AL.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pemodelan kuantitatif model engineering design process. Engineering design process merupakan model yang dipakai oleh engineer dalam rangka membuat suatu produk berdasarkan pada ilmu dasar, matematika, fisika, serta ilmu permesinan. Unsur-unsur dalam engineering design process meliputi menentukan keputusan terhadap sasaran yang hendak dicapai, perpaduan, konstruksi, analisis, pengujian, dan evaluasi

Penentuan ketebalan *Sandwich Plate System*

Untuk material dari sandwich ini diamana ada material core dan alumunium konvesional lama. Dimana material core tersebut adalah Core Material elastomer yang mempunyai nilai kriteria bahan tersendiri. Berikut nilai kriteria bahan baja tersebut adalah:

Modulus Elastisity = 2,792 x 103 N/mm^2

Shear Modulus = 1,396 x 103 N/mm^2

Poisson Ratio = 0,001

Density =1,73 x 10-9 Ton/mm^3

Setelah mengetahui nilai kriteria bahan Core Material Syntheticresin langkah selanjutnya ialah menentukan tebal dari sandwich terdiri dari baja core dan baja yang selanjutnya akan digunakan sebagai pengganti baja konvesional. Berdasarkan berdasarkan Llyod's Register (2015) Untuk ketebalan lapisan inti (core thickness) tidak boleh dibawah: tc = 15 mm.

Setelah kita mengetahui parameter ketebalan plate dari setiap bagian yang ada di kapal berdasarkan Llyod's Register (2015) kita baru dapat menghitung ketebalan untuk lapisan atas dan lapisan

bawah faceplate bisa di lihat pada persamaan berikut:

$t1 = 0,3\ (tRules - taR) + ta1$

$t2 = 0,3\ (tRules - taR) + ta2$

dimana:

taR : ketebalan aturan (mm)

ta1 : ketebalan untuk lapisan atas pada faceplate (mm)

ta2 : ketebalan untuk lapisan bawah pada faceplate (mm)

Maka :

$t1 = 0,3\ (12 - 2) + 2$

$t1 = 5\ mm \approx 4\ mm$

$t2 = 0,3\ (12 - 2) + 0$

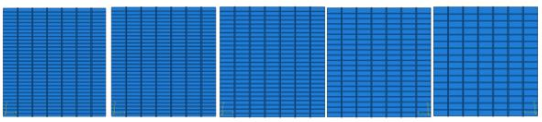
$t2 = 3\ mm \approx 4\ mm$

Dari perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa ketebalan yang didapat yaitu t1 = 4 mm, tc = 15 mm, t2 = 4 mm. Dan total untuk ketebalan sandwich tersbut adalah 23 mm. (Candara 12).

Pemodelan Struktur Menggunakan Software Finite Element Analysis

Dalam mengalisa kapal menggunakan aplikasi metode elemen hingga terlebih dahulu harus membuat model pada software tersebut. Dalam pembuatan model harus sesuai dengan struktur kapal. Dalam perencanaan struktur, semua elemen harus diberikan ukuran tertentu. Ukuran harus diproporsikan cukup kuat untuk memikul gaya yang mungkin terjadi. Setiap elemen struktur juga harus cukup kaku sehingga tidak melengkung atau berubah bentuk (berdeformasi) berlebihan pada saat struktur digunakan. Model dibuat dengan bantuan program aplikasi FEM

No	Tipe Kontruksi	Tebal Penampang (mm)			Jumlah *deck beam*
1	Konvensional	7			31
		t_1 (mm)	tc (mm)	t2 (mm)	
2	SPS A	4	15	4	31
3	SPS B	4	15	4	26
4	SPS C	4	15	4	21
5	SPS D	4	15	4	16

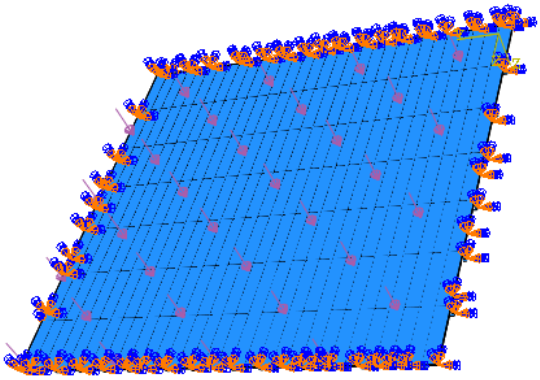


Konvensional SPS A SPS B SPS C SPS D

Pembebanan model

Load digunakan untuk memberikan beban,tekanan, boundary pada benda uji. Modul load juga digunakan sebagai sarana untuk memasukkan tipe kondisi batas (boundary conditions) yang akan dimodelkan.

Modul load digunakan untuk menentukan jenis beban yang dikenakan pada model. Beban yg diberikan yaitu tekanan sebesar 500N pada seluruh pelat penampang.

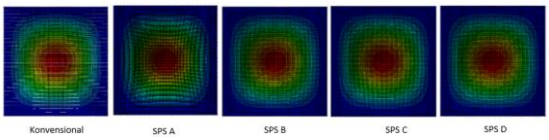


Setiap model struktur yan dianalisa harus didefinisikan syarat batas (boundary condition) untuk menjamin model yang dianalisa berjalan dengan baik. Model sambungan ini diberi boundary condition berupa jepit di sisi model dan perpindahan di di sisi model .

Hasil Analisis Kekuatan menggunakan Software Finite element Analysis

Hasil Analisis Kekuatan menggunakan Software Finite element Analysis pada bagian ini, hasil analisis elemen hingga disajikan untuk mengamati secara menyeluruh perbandingan kekuatan struktur antara model dek mobil eksisting dan model struktur yang dimodifikasi dimana terdapat perbedaan sifat material inti, dan jumlah konfigurasi pengaku. Kriteria yang diizinkan untuk model yang berbeda, untuk menyelidiki kinerjanya dan untuk menghubungkannya satu sama lain.

Berikut adalah gambar kontur yang menunjukan posisi tegangan maksimum yang terjadi pada konstruksi geladak utama yang menggunakan alumunium dan SPS.



	Konvensional	SPS A	SPS B	SPS C	SPS D
Tegangan maks	17,8 MPa	15,2 MPa	15,6 MPa	16 MPa	16,5 Mpa

Hasil dari analisis Finite Elemen antara kasus beban berbeda ditunjukkan pada disajikan secara berurutan perbandingan tegangan von Mises antara model konvesional dan model modifikasi. Dari diagram yang diilustrasikan tersebut, dalam perbandingan antara model modifikasi SPS A yang memiliki konfigurasi pengaku yang sama, penerapan material sandwich dapat menurunkan tegangan von Mises dalam rentang 15% sedangankan pada model SPS D dengan stuktur paling sederhana dapat menurunkan tegangan sebesar 7%.

Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan terhadap model kapal PC40 tentang perbandingan kekuatan struktur konstruksi geladak kendaraan yang menggunakan baja konvensional dan

Sandwich Plate System, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konfigurasi ketebalan Sandwich Plate System sebesar 4-15-4 hasil dari perhitungan menggunakan rules LR 2015.
2. Respon struktur dengan tegangan tertinggi kondisi perbandingan tegangan von Mises antara model awal dan model modifikasi. Dari diagram yang diilustrasikan tersebut, dalam perbandingan antara model eksisting SPS A yang memiliki konfigurasi pengaku yang sama, penerapan material sandwich dapat menurunkan tegangan von Mises dalam rentang 12% sedangankan pada model SPS D dengan stuktur paling sederhana dapat menurunkan tegangan sebesar 7%
3. berat yang terjadi antara penggunaan konstruksi alumunium dengan penegar lengkap dan Sandwich Plate System dengan pengurangan penegar sebesar 9,7 Ton dengan nilai prsentase 5,1%. Sehingga berat konstruksi pada maindeck yang menggunakan Sandwich Plate System lebih ringan sehinga menambahkan payload sebesar 9,7 Ton.

Daftar Pustaka

Abdullah, K, Zubaydi, A, Budipriyanto, (2017), ”Development Of Sandwich Panel With Core From Clamshell Powder For Ship Structure”, Proceeding SENTA pp. 59-67 Faculty of Marine Technology, ITS, Surabaya, Indonesia.

Abrate, S., (1997) “Localized impact on Sandwich structures with laminated facings”, Applied Mechanics Review 50 62–82.

Al-Waily, M. (2013), “Experimental and Numerical Vibration Study of Woven Reinforcement Composite Laminated Plate with Delamination Effect”, Reaserch Gate.

Belouettar, S., Abbadi, A., Azari, Z., Belouettar R. dan Freres, P. (2009), "Experimental investigation of static and fatigue behaviour of composites honeycomb materials using four point bending tests," Composite Structures, vol. 87, no. 3, pp. 265-273.

Berggreen, C., Simonsen, B.C., (2005), “Non-uniform compressive strength of debonded Sandwich panels—II: fracture mechanics investigation”, Journal of Sandwich Structures and Materials 7, pp. 483–517.

Brooking, M., dan Kennedy, S. (2004), "The performance, safety and production benefits of SPS structures for double hull tankers," in Proceedings of the RINA Conference on Double Hull Tankers, London, UK.

Brooking, M., dan Kennedy, S. (2018), "The Performance, Safety and Production Benefits of SPS Structures for Double Hull Tankers," in Proceedings of the RINA

Conference on Double Hull Tankers, London, UK.

Brooking.M.A., Kennedy.S.J. (2004),"The performance, Safety and Production benefits of SPS structures for Double Hull Tankers", in proceedings of the RINA conference on Double Hull Tankers,25-26.02.2004, London, UK, PP.1-2.

Budipriyanto A, Haddara M R, and Swamidas A S.J, (2007)., "Identification of Damage on Ship's Cross Stiffened Plate Panels Using Vibration Response", Ocean Engineering, Vol. 34, No.5–6, pp. 709-716.

Castanié, B., Aminanda, Y. , Bouvet, C. dan Barrau, J. (2008) "Core crush criterion to determine the strength of Sandwich composite structures subjected to compression after impact," Composite Structures, vol. 86, no. 1–3, pp. 243-250.

Det Norske Veritas. (2012),"Steel Sandwich panel Construction", Classification notes, No.30.11.

E. M. Reis and S. H. Rizkalla (2008), "Material characteristics of 3-D FRP Sandwich panels," Construction and Building Materials, vol. 22, no. 6, pp. 1009-1018,.

Ewins, D.J. (1984), "Modal Testing : Theory and Practice", Reasearch Studies Press, England

Foreman, C, (2008), Nondestructive Detection and Characterization of Damages in Honeycomb Composite Structures, Master Thesis, Iowa State University, Iowa.

Goldman, S. (1999), "Vibration Spectrum Analysis", Industrial Press Inc, New York

Gopichand,A., Krishnaiah,G., Reddy,D., Shankar, N.V.S.(2013) "Modal Analysis of a Steel Sandwich Plate System (SPS) Floor" IJERT.

IE,(2016)"SPS The Sandwich Plate System Heavy Engineering Composite from Intelligent Engineering", http://www.ie-sps.com//.Bhakti, I. N. (2011). Kleptokrasi dan Korupsi Berjamaah. Retrieved from http://lipi.go.id/berita/kleptokrasi-dan-korupsi-berjamaah/6021

Indrawan, R. M., & Widiyanto, B. (2016). Offset Policy in Building State Defense Independence. *Jurnal Pertahanan*, 6(2), 29–50.

Moleong, L. J. (2007). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Jakarta: PT Remaja Rosdakarya.

Tickner, J. A. (1995). "Re-visioning Security", in Ken Booth and Steve Smith. In *International Relations Theory Today*. Oxford.