

PERANCANGAN ULANG RUMAH Z-PELLER STUDI KASUS REKAYASA BALIK

Kurniawan¹, Achyarsyah M²
 Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
 Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135
 Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649
 Email: ¹ kurniawan@polman-bandung.ac.id ,
² achyarsyah@polman-bandung.ac.id

Abstrak

Satu dari dua penggerak kapal tunda type 2A yang memiliki konstruksi azimuth atau Z-Peller hilang setelah menabrak karang akibat gelombang laut. Upaya penggantian satu set unit penggerak yang hilang terkendala karena type sejenis tidak diproduksi kembali. Biaya order ulang unit yang tidak diproduksi kembali di Jepang sangat mahal. Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur dan Teknik Pengecoran Logam Polman Bandung melakukan kajian untuk mendukung upaya penggantian komponen penggerak kapal tunda dalam bentuk penyiapan dokumen teknik yang valid.

Persoalan yang timbul pada saat pembuatan rumah penggerak adalah dimensi dan bobot rumah penggerak yang besar. Sehingga perlu dilakukan perancangan ulang berbasis rekayasa balik agar keterbatasan kemampuan manufaktur dapat diatasi namun masih dapat memenuhi tuntutan fungsinya.

Rekayasa balik pada perancangan ulang ini dilakukan menggunakan pendekatan menemukan kembali prinsip teknologi dan parameter rancangan yang menyertainya melalui analisis struktur, fungsi dan cara kerja melalui pelacakan kembali data yang tersisa.

Makalah ini menjelaskan proses rekayasa ulang komponen rumah penggerak kapal tunda yang memiliki konstruksi azimuth atau Z-Peller. Proses rekayasa ulang diawali dengan pengukuran seluruh komponen penggerak yang berhubungan dengan rumah, perhitungan ulang sistem transmisi untuk memastikan fungsi kerja penggerak, pembuatan alternatif model 3D, analisa struktur beban, analisa teknologi pengecoran logam, validasi rancangan terpilih, perancangan detail, pembuatan prototipe cepat, desain final dan pembuatan komponen.

Kata kunci: *perancangan ulang, rekayasa balik, penggerak azimuth*

1. Pendahuluan

Pernyataan masalah dan tuntutan pada persoalan penggantian rumah Z-Peller “port” disusun dari pengumpulan data yang mencakup data kapal, catatan penggunaan, analisa fungsi, prakiraan kegagalan dan hipotesis manufaktur berbasis komponen rumah dan penggerak “starboard” yang ada. Aspek penting dalam pembuatan ulang rumah Z-Peller ini adalah perlunya analisa struktur dan analisa pengecoran logam untuk menjamin pemenuhan fungsi komponen.



Gbr. 1 Rumah Z Peller (Starboard)

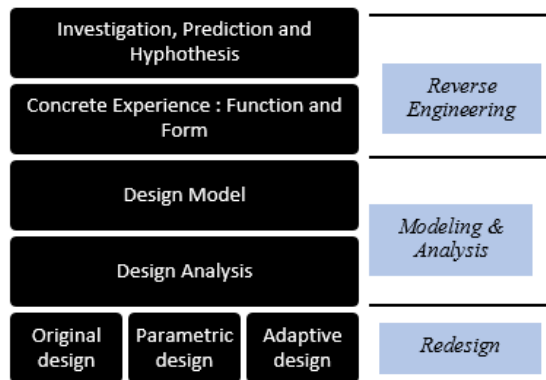
Rekayasa balik rumah Z-Peller tidak menggunakan teknologi *3D Scanning* karena solusi masalah bukan untuk menduplikasi rancangan melainkan upaya menyediakan penggerak Z-Peller secara utuh. Tidak semua komponen “port” tersedia untuk digunakan sebagai referensi pembuatan sehingga data yang tidak tersedia diterapkan sebagai data yang perlu dilakukan pengujian silang.

Rancangan rumah Z-Peller harus mampu menahan pembebanan pada penyediaan daya dorong kapal sebesar 23,5 ton Bollard Pull pada kecepatan 13,8 knots.

2. Tinjauan Pustaka

Referensi yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan ulang rumah Z-Peller menggunakan metodologi perancangan yang

menggabungkan rekayasa balik dengan analisis model dan perancangan ulang [1][4]



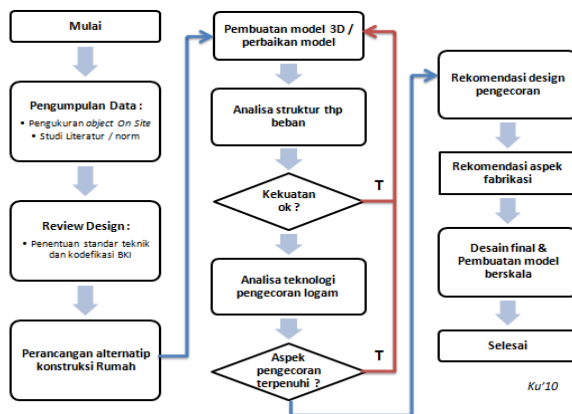
Gbr. 2 Metodologi Rekayasa Balik [1]

Metodologi ini sangat sesuai untuk mendukung upaya penyelesaian persoalan ini karena ketidakcukupan informasi / data dapat dipenuhi melalui analisis model dan analisis rancangan.

Pada kasus ini perancangan ulang iteratif menggunakan *parametric design* menjadi langkah akhir penyelesaian yang dilakukan.

3. Metodologi

Metodologi rekayasa balik selanjutnya diadaptasi menjadi diagram alir perancangan ulang rumah Z-Peller untuk menyesuaikan dengan rincian persoalan yang dihadapi.



Gbr. 3 Diagram alir Perancangan Ulang Rumah Z-Peller

Tahapan perancangan ulang diawali dengan pengumpulan data termasuk pengukuran komponen yang tersisa seperti poros transmisi, roda gigi, bantalan luncur dan asesoris lain. Pengukur data utama pada rumah Z-Peller seperti jarak tumpuan poros horisontal, jarak tumpuan poros vertikal, diameter pivot, diameter rumah bantalan,

ukuran baut pengikat menjadi basis perancangan.

Upaya mencari solusi rumah Z-Peller merupakan langkah iterasi karena adanya persoalan keterbatasan fasilitas teknologi pembuatan benda coran.

Rancangan awal rumah dibentuk dengan memperhatikan bentuk dan dimensi elemen transmisi selanjutnya dimodifikasi untuk mengatasi persoalan keterbatasan teknologi pengecoran.

Dilakukan beberapa usulan pembuatan model rumah Z-Peller yang masing-masing dianalisis struktur kekuatan dan mampu pengecorannya.

Setelah rancangan melewati analisis struktur dan pengecoran logam, rancangan mendapatkan catatan dan rekomendasi fabrikasi untuk kemudian dapat dihasilkan gambar kerja lengkap proses manufaktur.

Keseluruhan proses perancangan ulang melibatkan mahasiswa Politeknik Manufaktur Bandung dalam pengumpulan data, pengukuran penyiapan dan perbaikan model CAD secara iteratif dan pembuatan gambar kerja.

Hasil dan pembahasan

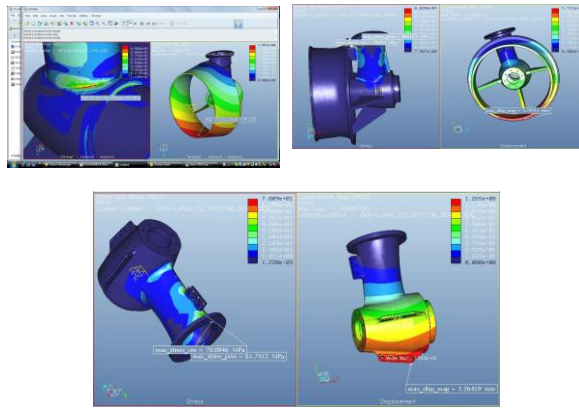
Rancangan konstruksi rumah dikembangkan dengan dua pendekatan yaitu model terintegrasi dan model terpisah. Model terintegrasi memiliki kelebihan dari segi kekakuan (stabilitas) dan kemudahan dalam pemasangan namun memiliki persoalan dalam proses pengecoran. Model terpisah memiliki sedikit persoalan stabilitas namun memiliki jaminan model rancangan dengan tingkat porositas yang dapat diterima. Tidak nampak pembebanan yang cukup signifikan antara penggunaan 3 sirip penguat dengan 4 sirip penguat pemegang Kort Nozle pada rancangan terpisah.

Kedua rancangan cukup baik dalam mengatasi beban kerja yang setara dengan 23 ton gaya dorong.

Kekuatan struktur dilakukan oleh Pro/E Mechanics dan dibandingkan dengan ANSYS dihitung menggunakan kriteria kegagalan Von Mises untuk mengadaptasi sifat material baja cor paduan rendah rumah Z-Peller.

$$\left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]^{1/2} = \sigma_v \quad (1)$$

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 =$ Tegangan arah sb utama (x, y, z)



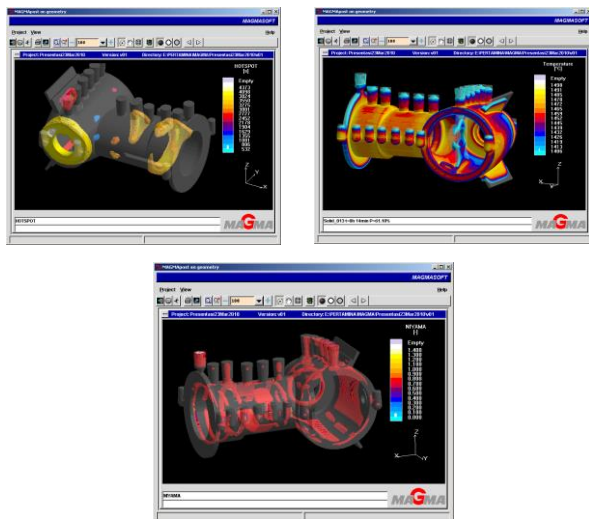
Gbr. 4 Analisa struktur rancangan

Solidifikasi dan penyusutan Magmasoft dihitung menggunakan kriteria Niyama.

$$Ny = G / \sqrt{\dot{T}} \tag{2}$$

G = Gradient temperatur

\dot{T} = Laju pendinginan



Gbr. 5 Analisa Pengecoran Logam

Tabel 1 Rekap analisis struktur dan pengecoran

Kriteria	Pro/E	ANSYS	Rekomendasi
Alternatif 1 Rancangan Terintegrasi			
Max. VM Stress	110MPa	148MPa	diterima
Max. Deflection	1.99mm	1.37mm	diterima
Solidifikasi*)	78% at 53min		ditolak
Porositas*)	Some nodes 53% , 64.3%, 71.4%		ditolak
Alternatif 2 Rancangan Terpisah			
Max. VM Stress	70MPa	75MPa	diterima
Max. Deflection	1.33mm	1.26mm	diterima
Solidifikasi*)	100% at 1h10min		diterima

Porositas*)	Less than 5%	diterima
-------------	--------------	----------

*) Magmasoft

Berdasarkan kajian diatas rancangan alternatif terpisah mampu memenuhi tuntutan pembebanan struktur dan dapat mengatasi keterbatasan fasilitas pengecoran dengan dihasilkannya model rancangan pengecoran yang memiliki tingkat porositas yang dapat diterima. Hal tersebut dijamin dengan tingkat solidifikasi yang baik pada seluruh komponen rumah Z-Peller.

4. Penutup

Hasil rancangan ulang rumah Z-Peller dengan bentuk terpisah antara dudukan poros transmisi dan nozle kord dapat menjadi solusi untuk menyediakan penggerak kapal tunda dan mampu mengatasi keterbatasan kapasitas pengecoran logam.

Studi kasus perancangan ulang rumah Z-Peller ini merupakan *best practice* untuk memberi gambaran lain rekayasa balik dalam konteks pendidikan teknik, sekaligus menjawab keraguan kurangnya pendidikan teknik memberikan kesiapan para ahli teknik dan insinyur mesin dalam pengembangan produk dan transfer pengetahuan ke dalam persoalan nyata [3]

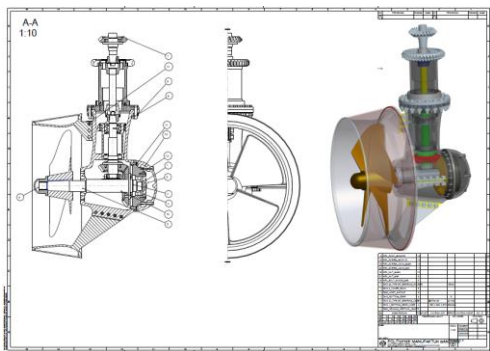
Studi kasus ini merupakan contoh nyata dari model Kolb tentang model belajar pendidikan teknik tentang rekayasa balik yang menjelaskan hubungan empat domain pembelajaran teknik, yaitu hubungan konsep dan hipotesa abstrak , eksperimen aktif, observasi dan pengalaman lapangan. [6]

Pada kasus ini pendekatan penyelesaian untuk mereduksi jumlah komponen berbasis *design for assembly* ternyata menghadapi batasan lain yaitu *design for manufacture* [4]. Berbeda untuk penyelesaian pada jumlah produk massal dimana jumlah komponen yang banyak menjadi aspek kritis yang sangat penting untuk diperhatikan, pada kasus ini keterbatasan fasilitas dan substitusi barang yang tidak diproduksi lagi menjadi batasan dan tujuan studi kasus. Penyelesaian dengan mengubah produk yang ditiru menjadi produk terpisah dengan elemen pengikat merupakan langkah rasional. Contoh kasus ini merupakan kasus yang sangat berbeda (bertolak belakang) menurut Lefever et-al.[2]

Pembelajaran teknik seperti pada mata kuliah elemen mesin perlu didukung oleh

metoda dan teknik belajar yang baik agar mahasiswa dapat memahami dan menguasai setiap aspek teknik mesin yang tidak semata dalam benak pikiran. Salah satu metoda adalah menggunakan visualisasi multimedia atau purwarupa[6].

Untuk tujuan pembelajaran teknik rekayasa balik, studi kasus ini memberikan kesempatan mahasiswa Teknik Perancangan Politeknik Manufaktur Bandung untuk mendokumentasikan hasil studi kasus dan membuat purwarupa melalui 3D Printer.



Gbr. 6 Hasil studi kasus

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Research Grant IMHERE Polman-Dikti 2010 yang telah mendanai proses rancang bangun ini.

Terimakasih kepada Laboratorium Perancangan Konstruksi dan Laboratorium Rekayasa Produk Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.

Terimakasih kepada Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.

Referensi/Daftar Pustaka

- [1] Otto, K., Woods, K., "Product Evolution; A Reverse Engineering and Redesign Methodology", *Research in Engineering Design*, 10, (1998), pp. 226-243.
- [2] Lefever, D., Woods, K., "Design For Assembly Techniques In Reverse Engineering And Redesign", ASME Design Theory and Methodology Conference, 1996.
- [3] Calderon, M.L., "Application of reverse engineering Activities in the teaching of Engineering design", International Design Conference - Design Dubrovnik - Croatia, May 17 - 20, 2010.
- [4] Larsson, A., Leek, T., "A Reversible Engineering Process", (2005) Examensarbete Maskinteknik, Ingeniorhogskolan, Jonkoping, Sweden.
- [5] Dr.-Ing Mohammed Bani Younis., "Reverse Engineering", (1998), *Frontiers in Bioscience* [On-line serial]. Diakses tanggal 10 Juli 2016, dari <http://www.philadelphia.edu.jo/academics/ttutunji/uploads/H1.%20Mechatronic%20RE%20Bani%20Youns.pdf>
- [6] Wood, J., Jensen, D., Wood, K., Enhancing Machine Design Courses Through Use of a Multimedia-Based Review of Mechanics of Materials, "Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition Copyright © 2005, American Society for Engineering Education".

RE DESIGN of Z-PELLER HOUSING

Kurniawan¹, Achyarsyah M²

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung - 40135
Phone/Fax : 022. 250 0241 / 250 2649

Email: ¹ kurniawan@polman-bandung.ac.id, ² achyarsyah@polman-bandung.ac.id @polman-bandung.ac.id

Abstract

One of two Tug boat type 2A drivers had lost after crashed on service. Replacement the lost driver was not an option since the type no longer available to produce. As a result reorder cost and shipment from host manufacturer are extremely expensive. Polman- Bandung by means Design Engineering and Foundry Department propose a study to overcome replacement driver unit.

Having large dimension and its weight, problem aroused in housing manufacturing. Necessary improvement should undertake to overcome manufacture limitation concerning its functions and requirements design.

Reverse engineering is the process of discovering the technological principles of a device, object, or system through analysis of its structure, function, and operation. It often involves taking something (e.g., a mechanical device, electronic component, software program) apart and analyzing its workings in detail to be used in maintenance, or to try to make a new device or program that does the same thing without using or simply duplicating (without understanding) the original.

Paper discuss redesign process of Z-Peller housing and also its reverse design. Process covered components measurement, transmittion recalculating, proposed 3D model alternatives, structure analysis, foundry analysis, design validation, detailing, rapid prototyping, final design and manufacturing.

Keywords: *re design, reverse engineering, z-peller*