



PERANCANGAN *CHAMBER* PADA MESIN *VIBRATORY FINISHING BOWL* MENGGUNAKAN METODE *REVERSE ENGINEERING*

Alfian Rizaldi Kurniawan^{1*}, Rosidi²

¹Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author Email address: alfian.rizaldikurniawan.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

Abstrak

Vibratory finishing Bowl adalah sebuah mesin yang digunakan untuk melakukan proses penghalusan permukaan pada benda kerja dengan menggunakan media finishing yang keras dan abrasif. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk mengatasi berbagai masalah yang terjadi pada chamber mesin vibratory VZ50 dengan menggunakan metode reverse engineering. Hasil evaluasi dari chamber VZ50 didapatkan beberapa masalah seperti, terkikisnya material chamber, saluran air yang mudah tersumbat, sulitnya mendapatkan sparepart chamber, lamanya inden sparepart chamber, bahan polyurethane yang digunakan dalam membuat chamber memiliki umur yang relatif pendek. Dari hasil Analisis tersebut, penulis memutuskan merancang sebuah chamber yang memiliki material SS400 dengan saluran air lebih besar dan desain chamber yang lebih ekonomis sekaligus efisien tanpa mengganti bagian penting seperti pegas dan motor vibrasi, dari hasil perhitungan massa chamber baru 16,07 % lebih ringan dari chamber lama dan gerak osiliasi pada desain chamber baru lebih besar 1,6 % dari desain lama.

Kata-kata kunci: Vibratory Finishing Bowl, Chamber, Reverse Engineering, Efisiensi

Abstract

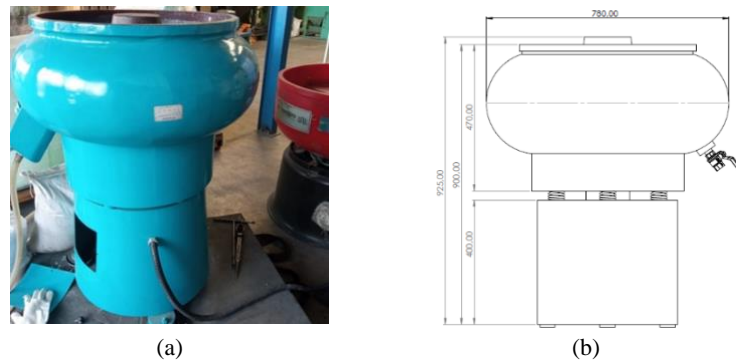
Vibratory finishing bowl is a machine used to carry out the surface smoothing process on workpieces using hard and abrasive finishing media. The purpose of this design is to overcome various problems that occur in the VZ50 vibratory engine chamber using the reverse engineering method. The evaluation results of the VZ50 chamber found several problems such as, erosion of chamber material, easily clogged water channels, difficulty in obtaining spare part chambers, the duration of the inden of spare part chambers, polyurethane materials used in making chambers have a relatively short life. From the results of the analysis, the author decided to design a chamber that has SS400 material with larger water channels and a chamber design that is more economical and efficient without replacing important parts such as springs and vibration motors, from the calculation of the mass of the new chamber 16.07% lighter than the old chamber and the oscillation motion in the new chamber design is 1.6% greater than the old design.

Keywords: Vibratory Finishing Bowl, Chamber, Reverse Engineering, Efficiency

1. PENDAHULUAN

Vibratory finishing bowl adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk melakukan proses penyelesaian permukaan pada berbagai jenis benda kerja [1]. Mesin ini menggunakan prinsip gerakan vibrasi dan tumbukan media abrasif di dalam *bowl* untuk memperbaiki permukaan benda kerja. Proses ini melibatkan penghalusan, penghilangan burrs, dan polishing untuk mencapai hasil akhir yang diinginkan. Dalam penggunaan mesin *vibratory finishing Bowl* dengan metode *dry polishing*, terdapat permasalahan berupa terkikis dan muncul keretakan pada material Polyurethane pada *chamber* setelah di gunakan dalam jangka waktu 3-4 tahun [2].

Prinsip kerjanya dari mesin *vibratory finishing* adalah, *Chamber* akan dipenuhi dengan Media dengan bentuk tertentu menyesuaikan dengan kebutuhan benda kerja yang akan di *finishing Chamber* akan digetarkan menggunakan motor yang dibantu dengan pemberat dan pegas yang menyebabkan kontak atau gesekan antar permukaan media dengan benda kerja hal ini lah yang akan menimbulkan efek pemakanan yang bisa membuat permukaan benda kerja menjadi sesuai dengan apa yang diharapkan proses ini juga bisa di bantu dengan cairan *abrasive* maupun cairan pembersih untuk membantu mempercepat maupun menghasilkan permukaan yang diharapkan [1].



Gambar 1. Mesin *Vibratory VZ50* Gambar (a). Gambar (b) Sketsa Mesin *VZ50*

Tabel 1. Tabel Spesifikasi Motor mesin *Vibratory VZ50*

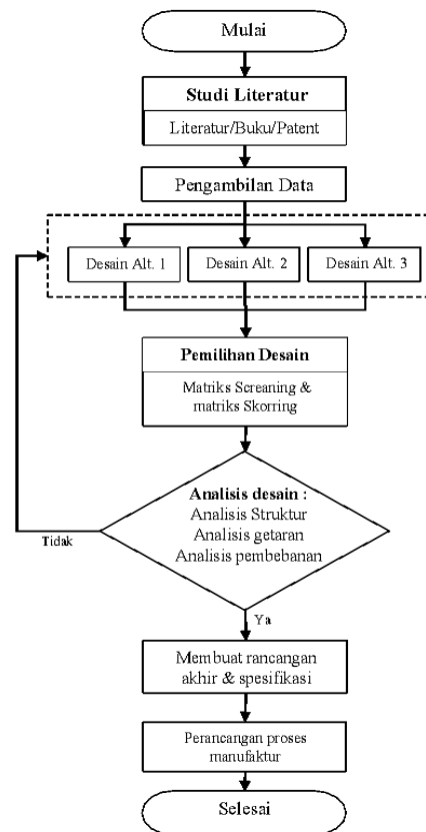
Motor Vibrasi Yang Digunakan	
Jenis	: Motor AC 3 Phase
Type	: MEZ B5 (VERTiKAL)
Power	: 1,5 Hp
RPM	: 1450
Power	: 380 V/50 Hz
Jenis	: Motor AC 3 Phase

Pada gambar 1 (a) dapat dilihat bentuk asli dari mesin *vibratory finishing bowl*, pada gambar 1(b) dan pada table 1 dapat dilihat memiliki spesifikasi sebagai berikut, yaitu berdiameter 780 mm dan tinggi 925 mm, dengan konfigurasi *chamber bowl round flat*, dengan motor vibrasi 1,5 Hp, 1450 RPM dan 50 Hz dengan material *chamber* polyurethane. Panjang pegas 150 mm dengan lebar 50 mm dan diameter wire 6 mm.

Prarancangan ini bertujuan untuk merancang ulang *chamber* pada Mesin *Vibratory Finishing Bowl* pada mesin *vibratory finishing VZ50* menggunakan metode *reverse engineering*. Dengan melakukan pemahaman mendalam tentang desain dan fungsi *chamber* yang ada, mengukur dan menganalisis komponen-komponen penting, serta merancang ulang *chamber* yang lebih baik dan lebih efisien, diharapkan kinerja dan biaya yang diperlukan untuk membuat *chamber* dapat lebih murah dibandingkan dengan *chamber* sebelumnya [4].

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada perancangan ini adalah dengan cara merancang ulang *Chamber* pada mesin *vibratory finishing VZ50* dengan menggunakan metode *reverse engineering*. Metodologi perancangan yang digunakan dalam perancang *chamber* pada mesin *vibratory finishing bowl* mulai dari proses pengumpulan dan analisis data, pembuatan rancangan, hingga penyelesaian perancangan ini digambarkan dalam diagram alir yang terdapat pada gambar 2. Berikut:

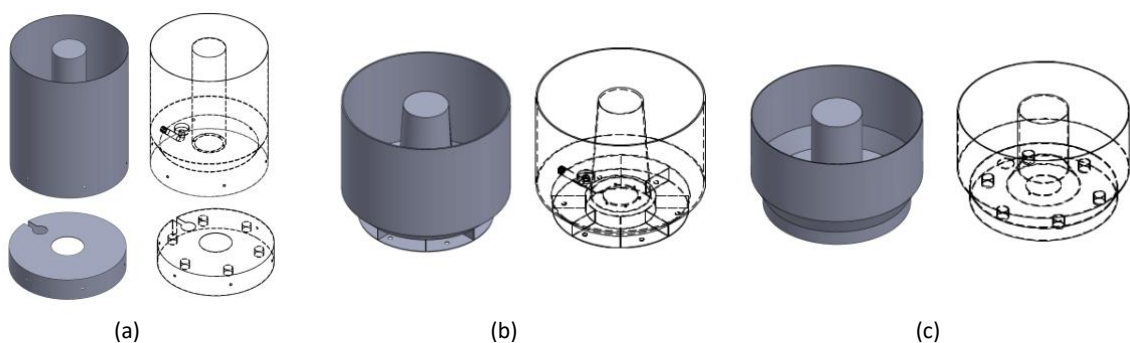


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pada fase ini, langkah pengumpulan berbagai referensi dilakukan, mengandalkan berbagai jenis sumber informasi seperti artikel ilmiah, jurnal dari skala nasional hingga internasional, berita terkini, dan buku yang berkaitan dengan perancangan tersebut. Maksud dari tahap ini adalah untuk menemukan solusi atau jawaban guna menyelesaikan permasalahan yang muncul dalam konteks perancangan yang tengah dilaksanakan.

Setelah melakukan studi literatur Dalam proses perancangan dan pembuatan *chamber* mesin *vibratory finishing bowl*, langkah selanjutnya adalah pengambilan data dan mengidentifikasi kebutuhan yang harus terpenuhi. Ini dilakukan dengan melakukan observasi langsung pada PT XY. Tujuan dari langkah ini adalah untuk memahami kebutuhan yang diperlukan untuk desain dan fabrikasi *chamber* tersebut, diantaranya; melakukan pengukuran pada *chamber* VZ50 dalam rangka membuat CAD/CAM, melakukan pengujian pada mesin, melakukan wawancara kepada pelanggan, dan mengumpulkan data spesifikasi dan hasil pengujian yang ada pada PT XY.

Setelah mengumpulkan data yang diperlukan untuk melakukan reverse engineering maka didapatkan tiga desain alternatif yang menyesuaikan dengan spesifikasi dan kebutuhan pelanggan.



Gambar 3. Alternatif Desain 1 gambar (a). gambar (b) Alternatif Desain 2. gambar (c) Alternatif Desain 3

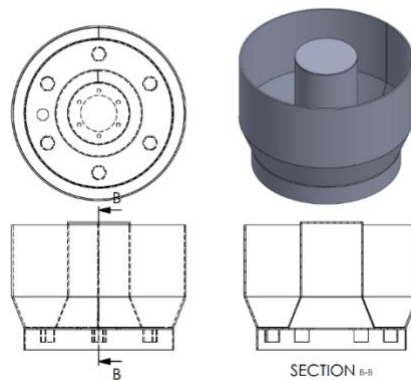
Dapat dilihat pada gambar 3 (a) desain alternatif satu *chamber* dirancang dengan tambahan bagian dudukan pegas pada base baru. Ini berbeda dari desain awal yang memiliki dudukan pegas ditempel langsung pada body. Konsep ini juga mencakup bagian alas yang datar tanpa cekungan atau model *flat bottom*. Dapat dilihat pada gambar 3 (b) desain alternatif dua *chamber* dibuat dengan menambahkan struktur eksternal yang berfungsi sebagai base atau alas dudukan pegas, juga untuk memperkuat struktur *chamber* secara keseluruhan. Dapat dilihat pada gambar 3 (c) desain alternatif tiga *chamber* dirancang dengan bentuk mirip dengan konsep pertama, yaitu menggunakan dudukan pegas. Namun, pada konsep 3 ini, dudukan pegas diletakkan langsung di alas *chamber* tanpa adanya *base* terpisah untuk *chamber*.

Selanjutnya dari ketiga desain tersebut dilakukan *matrix screening* dan *matrix scoring* seperti pada tabel 2 (a) dan table 2 (b), menggunakan parameter kebutuhan pelanggan yang dikumpulkan melalui wawancara dan observasi lapangan pada PT XY, di dapatkan desain alternatif tiga terpilih sebagai desain utama. Dalam kasus ini *matrix screening* dan *matrix scoring* juga digunakan dalam memilih material yang akan digunakan dalam membuat *chamber* mesin *vibratory finishing* terpilihlah material SS400.

Tabel 2. *Matrix Screening* Table (a). Table (b) *Matrix Scoring*

Kriteria	Konsep		
	1	2	3
kekuatan alat	0	0	0
Biaya produksi rendah	-	0	+
Kemudahan Fabrikasi	-	-	+
Tahan Lama	-	+	-
Ringan	+	+	+
Efisiensi waktu proses	0	0	0
Jumlah +	1	3	2
Jumlah 0	2	3	2
Jumlah -	3	0	1
Total	0	2	3
Rangking	3	2	1
Lanjut	Tidak	Ya	Ya

Kriteria	bobot (%)	Konsep			
		2		3	
kekuatan alat	25%	4	1	2	0,5
Biaya produksi rendah	15%	1	0,15	5	0,75
Kemudahan Fabrikasi	20%	4	0,8	5	1
Tahan Lama	10%	5	0,5	4	0,4
Ringan	20%	4	0,8	5	1
efisiensi waktu proses	10%	3	0,3	3	0,3
Total	100 %	3,55		3,95	
Rangking		2		1	
Terpilih		Tidak		ya	



Gambar 4. Alternatif Desain 3

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis desain dengan melakukan perhitungan massa *chamber* dengan rumus sebagai berikut :

$$M = \rho \times V \tag{1}$$

Keterangan :

ρ : massa jenis benda (kg/L)

M : massa benda (kg)

V : Volume benda (L)

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis desain dengan melakukan perhitungan volume *chamber* dengan rumus sebagai berikut :

Volume tabung :

$$V = \pi r^2 t \quad (2)$$

Keterangan :

π : Pi
r : Jari-jari tabung
t : tinggi tabung

Volume kerucut :

$$V = 1/3 \times \pi r^2 t \quad (3)$$

Keterangan :

π : Pi
r : Jari-jari kerucut
t : tinggi kerucut

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis getaran dengan melakukan perhitungan gaya osilasi yang terjadi pada pegas desain *chamber* baru dan desain *chamber* lama yang selanjutnya akan dilakukan perbandingan dengan rumus sebagai berikut :

$$F_p = k \times \Delta x$$

$$x(t) = A \sin \left(\sqrt{\frac{k}{m}} t + \phi \right) \quad (4)$$

Keterangan :

A : Amplitudo (m)
K : konstanta pegas
m : massa (kg)
t : periode gerak
 ϕ : diameter luar pegas

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis pembebanan yang terjadi pada *chamber* dengan melakukan pengujian menggunakan aplikasi ansys dan perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

Momen inersia tabung tipis berongga :

$$I = Mr^2 \quad (5)$$

Keterangan :

r : Jari-jari
M : massa

Momen inersia lingkaran :

$$I = 1/2 Mr^2 \quad (6)$$

Keterangan :

r : Jari-jari
M : massa

Bending stress :

$$\sigma b = (M \times y) / I \quad (7)$$

Keterangan :

M : Momen lentur (N.M)

- y : jarak dari pusat momen (m)
 I : Momen Inersia (m^4)

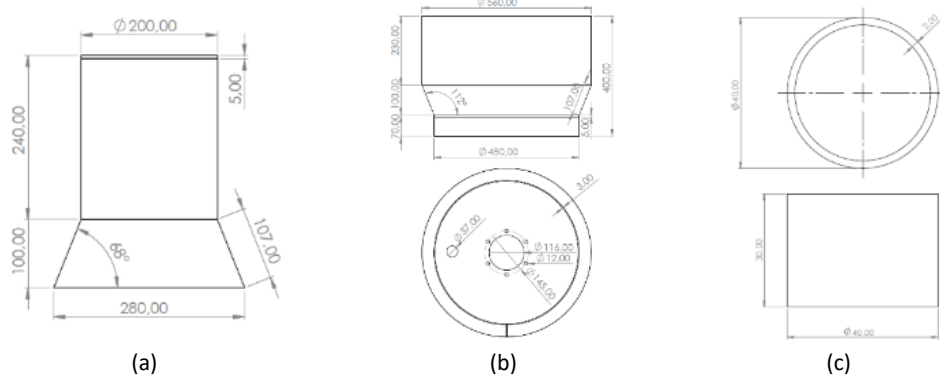
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan perhitungan dan pengujian pada desain *chamber* alternatif 3 maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Data Hasil Perhitungan

1. Massa Chamber

Pada gambar 5. dapat dilihat tiga *sub assembly* dengan memanfaatkan rumus bangun ruang dan massa jenis didapatkan berat *chamber* ditambah dengan berat motor ialah 56 kg.



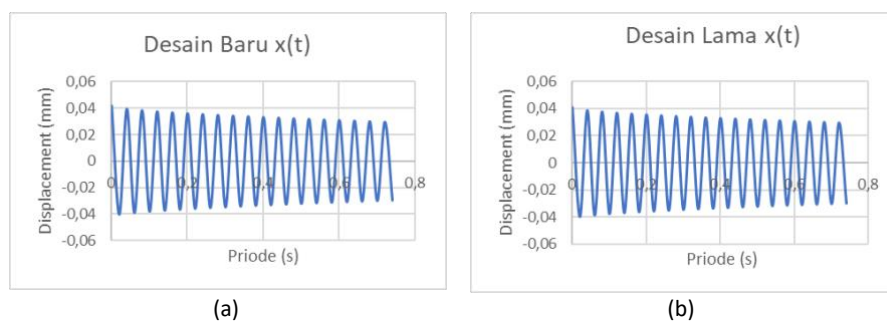
Gambar 5. Pilar gambar (a). Body Utama gambar (b). Dudukan Pegas gambar (c)

2. Volume Chamber

Pada gambar 5. dapat dilihat tiga *sub assembly* dengan memanfaatkan rumus volume bangun ruang didapatkan volume total *chamber* sebesar 55 Liter

3. Analisis Getaran

Setelah melakukan perhitungan yang terjadi pada pegas dengan pembebanan diproyeksikan 104 kg, memanfaatkan rumus hukum hooke didapatkan gerak osiliasi dari desain lama dan desain alternatif 3 seperti pada gambar 6 (a) dan gambar 6 (b).



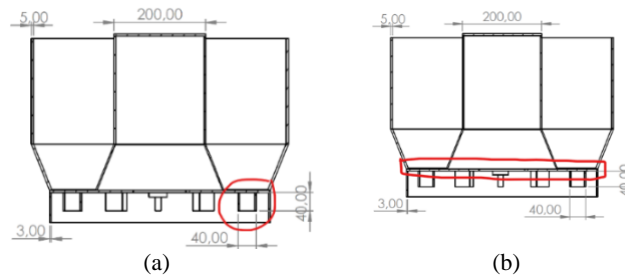
Gambar 6. Grafik osiliasi (a). Grafik osiliasi (b)

4. Analisis pembebanan

Setelah melakukan pengujian menggunakan ansys dan perhitungan yang terjadi pada *chamber* dengan pembebanan diproyeksikan 104 kg dan material menggunakan SS400 memanfaatkan rumus *bending stress* dan pengujian deformasi dan equivalent stress pada ansys, didapatkan sebagai berikut:

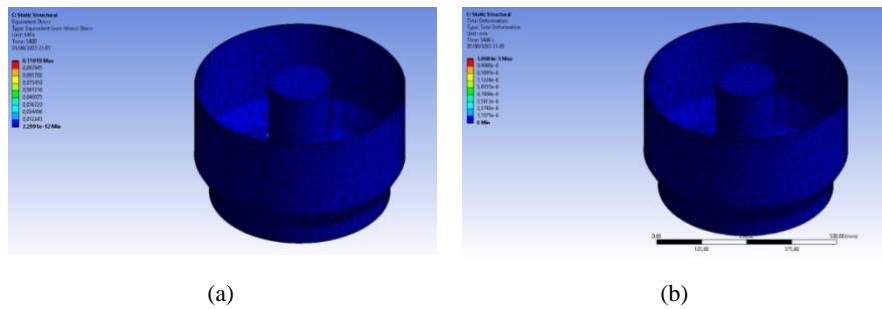
- Berdasarkan perhitungan bending stress pada dudukan pegas dapatkan hasil $\sigma_b < \sigma_b$ ijin yaitu $1,899 < 133,333$ [N/mm²], maka dinyatakan dudukan pegas gambar 7 (a) aman.

- Berdasarkan perhitungan *bending stress* pada struktur alas *chamber* didapatkan hasil $\sigma_b < \sigma_b \text{ ijin}$ yaitu $191,419 < 320 \text{ [N/mm}^2\text{]}$, maka dinyatakan alas *chamber* gambar 7 (b) aman.



Gambar 7. Dudukan Pegas Gambar (a). Alas *Chamber* Gambar (b)

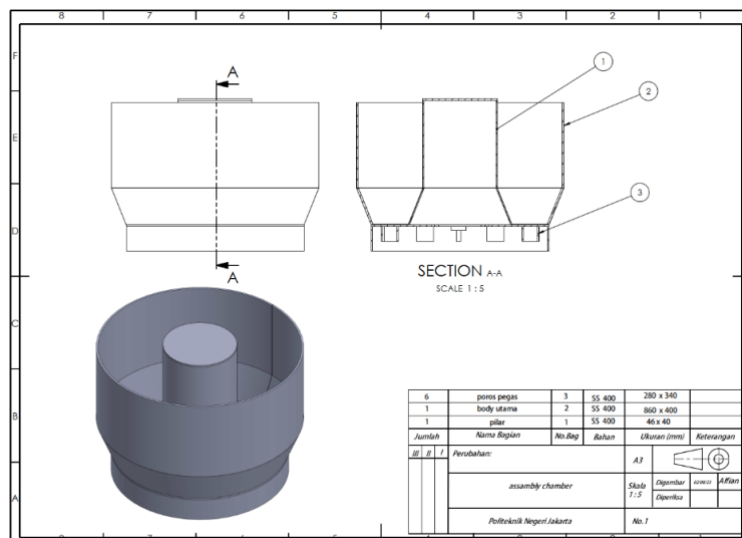
- Gambar 8 (a) mengilustrasikan total deformasi yang terjadi pada *chamber* hasil dan tegangan maksimum yang terjadi hanya sebesar $9,4968 \times 10^{-6} \text{ [mm]}$.
- Gambar 8 (b) mengilustrasikan Equivalent stress (Von-mises stress), Material yang digunakan pada perancangan alat ini yaitu plate SS400 dengan yield strength sebesar $245 \text{ [N/mm}^2\text{]}$. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui tegangan maksimum yang terjadi sebesar $0,097945 \text{ [MPa]}$ lebih kecil dibandingkan dengan yield strength material, sehingga *chamber* aman untuk digunakan.



Gambar 8. Total Deformation (a). *Equivalent stress* (b)

Spesifikasi Rancangan

Setelah melakukan perhitungan dan pengujian didapatkan hasil rancangan final dari *chamber* untuk mesin VZ50 terlihat pada gambar 9 adalah bentuk dari rancangan akhir sedangkan pada table 3 dapat dilihat spesifikasi *chamber*.



Gambar 9. Rancangan Final

Table 3. Spesifikasi Chamber

Dimensi	
Tinggi keseluruhan	400
Diameter terluar	560
Berat	56 Kg
Mesin	
Tipe	Chamber tipe bowl flat bottom, chamber section V shape, dengan konfigurasi dudukan pegas plugin
Kapasitas chamber	55 liter
Rpm motor	1450 Rpm 50 Hz

4. KESIMPULAN

Perancangan baru *chamber vibratory finishing* melibatkan peningkatan dimensi lebih kompak (560 mm x 400 mm) daripada *chamber* lama (780 mm x 480 mm). Material *chamber* diganti menjadi SS400 setelah analisis menggunakan metode *matrix screening* dan *scoring*, menghilangkan penggunaan Polyurethane. Berat *chamber* baru 56 kg, 7,14% lebih ringan dari *chamber* lama (65 kg). Volume *chamber* baru juga bertambah menjadi 55 Liter, dari volume sebelumnya 50 Liter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *chamber* baru memiliki amplitudo 0,204167 m, meningkat 1,6% dari amplitudo *chamber* lama (0,047665 m). Selain itu, pengujian terhadap ketahanan ekuivalen (*Equivalent stress*) dan deformasi pada *chamber* SS400 berhasil melewati uji standar yang ditetapkan.

REFERENSI

- [1] Farid Hijri Badruzzaman, *Pocket Book MATEMATIKA*, 2nd ed., vol. 1. Jakarta: penerbit cmedia, 2017.
- [2] D Hansel, "Abrasives - Corn Cob Final," 2005.
- [3] David Hlliday, Robert Resnick, and Jearl Walker, *Fisika Dasar*, 7th ed., vol. 1. Jakarta: Erlangga, 2010.
- [4] S. S. Rao, *Mechanical vibrations*. Prentice Hall, 2011.
- [5] Stuart Pugh, *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering.*, 1st ed., vol. 1. Addison-Wesley, 1991.
- [6] S. Kralj, "WELDING AND ALLIED PROCESSES."
- [7] "246-Fundamentals-of-Modern-Manufacturing-Materials-Processes-and-Systems-Mikell-P.-Groover-Edisi-5-2012".
- [8] W. Wang, "Reverse Engineering: Technology of Reinvention."
- [9] "The Welding Handbook Maritime Welding Handbook Welding and Related Processes for Repair and Maintenance Onboard 11th edition Revision 0."
- [10] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, "A Textbook for Machine Desain." 2005
- [11] S.-I. Ao, L. Gelman, D. W. L. Hukins, and International Association of Engineers, *World Congress on Engineering : WCE 2016 : 29 June - 1 July, 2016, Imperial College London, London, U.K.*
- [12] C. Zhang, W. Liu, S. Wang, Z. Liu, M. Morgan, and X. Liu, "Dynamic modeling and trajectory measurement on *vibratory finishing*," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 106, no. 1–2, pp. 253–263, Jan. 2020, doi: 10.1007/s00170-019-04644-8.
- [13] J. Kunderák, M. Morgan, V. Mitsyk, and V. A. Fedorovich, "The effect of the shock wave of the oscillating working medium in a vibrating machine's reservoir during a multi-energy *finishing*-grinding vibration processing," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 106, no. 9–10, pp. 4339–4353, Feb. 2020, doi: 10.1007/s00170-019-04844-2.
- [14] R. Mediratta, K. Ahluwalia, and S. H. Yeo, "State-of-the-Art on *Vibratory Finishing* in the Aviation Industry: An Industrial and Academic perspective."

- [15] K. Bharadwa, "Vibro Finishing Machine," *International Journal of Science and Research*, doi: 10.21275/SR21320165319.
- [16] P. P. Kumar and S. Sathyan, "Simulation of 1D abrasive vibratory finishing process," in *Advanced Materials Research*, 2012, pp. 290–295. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.565.290.
- [17] S.-I. Ao, L. Gelman, D. W. L. Hukins, and International Association of Engineers, *World Congress on Engineering : WCE 2016 : 29 June - 1 July, 2016, Imperial College London, London, U.K.*
- [18] K. Ahluwalia, R. Mediratta, and S. H. Yeo, "A Novel Approach to Vibratory Finishing: Double Vibro-polishing."
- [19] F. Hashinioto and T. Research, "Modelling and Optimization of Vibratory Finishing Process."
- [20] E. Bayik and R. Ertan, "A NEW AUTOMATED SYSTEM APPROACH AND IMPROVEMENTS IN VIBRATORY MASS FINISHING PROCESS."
- [21] A. Yabuki, M. R. Baghbanan, and J. K. Spelt, "Contact forces and mechanisms in a vibratory finisher," 2002.
- [22] L. K. (LaRoux K.) Gillespie, *Mass finishing handbook*. Industrial Press, 2007.