

# ANALISA GETARAN POROS POMPA SENTRIFUGAL PADA SISTEM PENYAMBUNGAN KOPLING SABUK DENGAN VARIASI DIMENSI UKURAN TEBAL DAN LEBAR SABUK

Aldo Can<sup>1</sup>, Ikhwansyah Isranuri<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara

<sup>1</sup>[aldocan4@gmail.com](mailto:aldocan4@gmail.com)

<sup>2</sup>[ikhwansyahisranuriusu@gmail.com](mailto:ikhwansyahisranuriusu@gmail.com)

**Abstrak**— Mesin-mesin Pompa pada Perusahaan Daerah Air Minum dapat memompa dan mengalirkan air minum ke rumah-rumah untuk kebutuhan masyarakat. Namun pada kenyataannya, mesin-mesin pompa itu tidak selalu 100 % bisa mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Sisa-sisa energi yang terbuang adalah Getaran. Getaran dapat merusak komponen mesin penghubung ke pompa, yaitu bearing, poros, dan flens. Penyebab lainnya adalah ketidaksejajaran pada penyambungan flens motor dan pompa. Solusinya adalah dengan menyambungkan kedua flens dengan bahan yang lentur dan elastis yaitu Sabuk sebanyak 4 buah. Untuk itu, pada analisa ini menggunakan Model Massa Pegas dengan Sistem Derajat Kebebasan Banyak yaitu 3 DOF. Variasi tebal sabuk yang digunakan adalah 4,5 mm, 6 mm dan 7,5 mm dan Lebar nya adalah 98 mm, 120 mm, dan 145 mm. Hasil analisa sabuk dengan dimensi dimensi lebar 145 mm dan tebal 7,5 mm memiliki nilai percepatan, kecepatan, simpangan terkecil, yaitu 8,53 m/s<sup>2</sup>, 0,42 m/s, 0,24 μm, memiliki nilai massa, kekakuan dan redaman terbesar, yaitu 1,52 kg, 133 N/m, dan 937,76 N/(m/s) dan pada Frekuensi Natural yang tebal 7,5 mm artinya yang paling baik dan tahan diantara semua variasi tebal dan lebar sabuk yang diuji dan direkomendasikan ke Perusahaan Daerah Air Minum.

**Kata Kunci**— Derajat Kebebasan Banyak; Flens Sabuk; Frekuensi Natural; Getaran Paksa

**Abstract**— Pump machines at the Regional Drinking Water Company can pump and deliver drinking water to homes for the community's needs. But in reality, pumping machines are not always 100% able to convert electrical energy into motion energy. The remnants of wasted energy are Vibration. Vibration can damage the engine components connecting to the pump, namely bearings, shafts and flanges. Another cause is misalignment in the flange connection of the motor and pump. The solution is to connect the two flanges with a flexible and elastic material, namely 4 belts. For this reason, this analysis uses the Spring Mass Model with a Multiple Degrees of Freedom System, which is 3 DOF. The thickness variations of the belt used are 4.5 mm, 6 mm and 7.5 mm and the width is 98 mm, 120 mm, and 145 mm. The results of the analysis of the belt with dimensions of 145 mm wide and 7.5 mm thick have the smallest acceleration, velocity, deviation values, namely 8.53 m/s<sup>2</sup>, 0.42 m/s, 0.24 m, have mass, stiffness and the largest attenuation, which is 1.52 kg, 133 N/m, and 937.76 N/(m/s) and at Natural Frequency which is 7.5 mm thick, it means the best and most resistant among all variations of the thickness and width of the belt tested. and recommended to the Regional Water Company.

**Keywords**— Multiple Degrees of Freedom; Belt Flanges; Natural Frequency; Forced Vibration

## PENDAHULUAN

Mesin-mesin Pompa pada Perusahaan Daerah Air Minum dapat memompa dan mengalirkan air minum ke rumah-rumah untuk kebutuhan masyarakat. Namun pada kenyataannya, mesin-mesin pompa itu tidak selalu 100 % bisa mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Sisa-sisa energi yang terbuang adalah Getaran dan Kebisingan.

Menurut William dan Marie, 1993 Getaran yang terjadi dengan adanya gaya –gaya luar disebut Getaran Paksa. Ketika eksitasi beresilasi, sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi eksitasi.

Menurut Harris dan Piersol, 2002 menyebutkan bahwa Getaran struktur fisik sering dianggap sebagai model yang

terdiri dari massa dan pegas. Sehingga pada analisa penelitian ini memakai model massa pegas dengan menggunakan Sistem Derajat Kebebasan Banyak [1].

Scheffer dan Girdhar, 2004 menyebutkan bahwa pemantauan getaran secara teratur dapat mendeteksi bantalan yang rusak, mekanis kelonggaran dan roda gigi yang aus atau rusak. Analisis getaran juga dapat mendeteksi ketidaksejajaran dan ketidakseimbangan sebelum kondisi ini mengakibatkan kerusakan bantalan atau poros [2]. Getaran dapat menyebabkan kegagalan fungsi atau kerusakan mesin yang menunjukkan ketidakseimbangan atau ketidaksejajaran. Ini juga dapat menyebabkan kegagalan seperti runtuhnya jembatan [3].

Dalam penelitian ini dilakukan perbaikan *softfoot* dan *realignment* menghindari kerusakan yang semakin parah. Data getaran yang rusak dibandingkan dengan poros yang baik.

Poros yang tidak sejajar menunjukkan amplitudo getaran yang lebih tinggi pada kecepatan 2X dan 3X dan perilaku getaran harmonik. Hasil ini menunjukkan bahwa analisis vibrasi sangat membantu dalam mendeteksi kondisi kurang baik dalam *softfoot* dan *softfoot* merupakan suatu tindakan pemeliharaan prediktif. Untuk itu, perlu desain motor dan pompa yang *alignment* dengan *frame* dan sabuk yang sesuai. Sabuk memiliki sifat lentur dan fleksibel yang cukup kuat untuk memutar flens pompa. Getaran acak dan karakteristik transmisi gaya dari sistem poros baling-baling elastis yang disebabkan oleh turbulensi aliran masuk dipelajari secara analitis. Baling-baling dan poros disederhanakan sebagai balok elastis tiga dimensi, yang dihubungkan oleh elemen pegas yang disatukan. Hasil analisis menunjukkan bahwa elastisitas bilah baling-baling tidak dapat diabaikan dan mode pembengkokan bilah baling-baling memperkuat gaya transmisi longitudinal dan transversal. Transmisi gaya longitudinal terutama dikendalikan oleh elastisitas baling-baling dan kekakuan longitudinal bantalan dorong, sedangkan frekuensi dan besarnya gaya transversal terutama dikendalikan oleh mode lentur poros dan elastisitas sistem, masing-masing [4]. Untuk mempelajari pengaruh jumlah sudu pada kebisingan yang diinduksi aliran dari pompa sentrifugal, metode komputasi berdasarkan kombinasi dinamika fluida komputasi dan akustik komputasi diusulkan untuk menghitung medan akustik pompa sentrifugal secara numerik [5]

Penelitian ini menggunakan variasi dimensi tebal lebar sabuk, dimana ketika tebalnya sama dengan lebar berbeda, hasil getarannya berbeda. Begitu juga pada lebarnya sama dengan tebal berbeda, hasil vibrasinya juga berbeda.

Erwin Martianis, 2012 pada tesisnya telah menganalisa getaran yang terjadi pada poros pompa dengan menggunakan kopling sabuk untuk monitoring kondisi, sehingga ini menjadi dasar awal untuk mengembangkan penelitian ini yang bertujuan untuk (1) Menentukan nilai vibrasi terkecil dan terdekatan pada variasi tebal lebar sabuk; (2) menentukan nilai massa, kekakuan dan redaman pada variasi tebal lebar sabuk; (3) menentukan nilai frekuensi natural pada variasi tebal lebar sabuk

Sabuk dengan nilai vibrasi yang terkecil dan memiliki nilai massa, kekakuan dan redaman yang terbesar serta perbandingan frekuensi natural pada tebal atau lebar sabuk yang paling baik dan direkomendasikan ke Perusahaan Daerah Air Minum.

**METODE**

**A. Metode Kuantitatif**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Kuantitatif. Pada penelitian ini menggunakan survey dimensi sabuk yang berbeda dengan bahan material yang sama untuk dipasangkan ke *flens*. Analisa yang dilakukan menggunakan perhitungan rumus, desain system massa pegas redaman, membuat persamaan derajat kebebasan banyak dengan matrix dan menghitung hasil sebagai kesimpulan setelah penelitian

**B. Bahan dan Data Material**

Bahan utama dalam penelitian ini adalah sabuk. Sabuk yang digunakan terbuat dari material *Solid Wooven Cotton* yang menggunakan berbagai variasi dimensi tebal dan lebar sabuk, yaitu pada tebal 4,5 mm; 6 mm; 7,5 mm dan pada lebar 98 mm; 120 mm; 145 mm dengan panjang 30 cm sebanyak 4 buah yang dipasang pada flens dengan posisi atas-bawah dan kiri-kanan.

Selain sabuk, bahan lainnya adalah motor listrik, pompa sentrifugal, poros, bearing dan flens. Motor listrik *Marelli Motori* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *TEFC Flameproof Motors Ex db/(db eb) I Mb* dengan daya 37 KW dan putaran 2950 rpm. Pompa sentrifugal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Grundfos NK 65-250/263 B-BAQE dengan kapasitas aliran 30 liter/dtk.

Poros yang digunakan terbuat dari material *Carbon Steel* EN 10083-2 C45 dengan panjang 90 mm. Bearing yang dipasang sebagai penahan poros menggunakan model *Bearing Number 6807 Single – Row Deep Ball Bearings* dengan diameter dalam 32 mm dan 43 mm. Flens yang digunakan tipe *Flexible Flanged Shaft Coupling FCL-180* dengan bahan JIS B 1452 1991.

**C. Variabel Penelitian**

Variabel Bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Sabuk datar (*flat belt*), Poros (*shaft*), Flens fleksibel, Dimensi Tebal Lebar Sabuk, Putaran motor

Variabel Terikat yang merupakan pengaruh adanya variabel bebas yaitu: Momen puntir, Percepatan/*acceleration*, Kecepatan/*velocity*, Perpindahan/*displacement*, Rugi-rugi daya pada sabuk

**D. Set Up Penelitian**

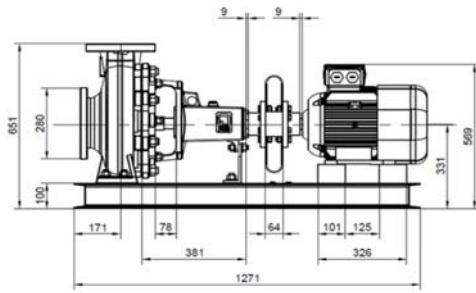
Hal yang dilakukan adalah membuat survey dimensi sabuk, desain penyambungan flens sabuk dan dudukan/frame mesin, setelah itu hal berikutnya adalah perhitungan dan analisa.

Sabuk yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 9 variasi tebal dan lebar, karena pada perumusan masalah nya yaitu pada tebal yang sama namun dengan lebar berbeda, nilai vibrasinya berbeda. Begitu juga pada lebar yang sama namun dengan tebal berbeda, nilai getarannya berbeda.

Tabel I  
Variasi Dimensi Tebal Lebar Sabuk

Variasi	Tebal	Lebar
1	4,5 mm	98 mm
		120 mm
		145 mm
2	6 mm	98 mm
		120 mm
		145 mm
3	7,5 mm	98 mm
		120 mm
		145 mm

Berikutnya adalah desain penyambungan flens sabuk dan dudukan/frame mesin yang dilengkapi dengan ukuran dimensinya, sebagai berikut:

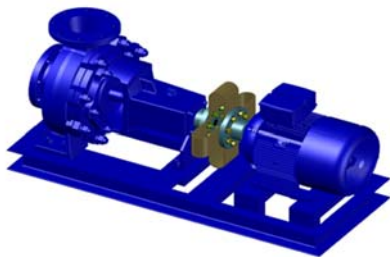


Gbr.1 Penyambungan Flens Sabuk 2D

Penyambungan flens sabuk yang akan dianalisa adalah dimulai dari bantalan/bearing motor sebagai penopang poros dan juga peredam getaran, lalu poros/shaft motor, pasak/spline motor, flens/flange motor, sabuk/belt, flens/flange pompa, pasak/spline pompa, dan bantalan/bearing pompa.

Pada sistem penyambungan flens sabuk ini juga menggunakan frame sebagai pondasi mesin dengan material cast iron. Alasannya adalah sebagai peredam seluruh getaran mesin untuk diteruskan ke semen cor (grounding), dan juga tekstur tanah yang berubah-ubah sehingga dapat menyebabkan *missalignment* pada sambungan flens sabuk

Untuk pemasangan flens sabuk menggunakan 4 buah sabuk dengan pemasangan atas-bawah dan kiri-kanan. Untuk pemasangannya flens FCL-180 memiliki 8 diameter kecil dan mengunci sabuk dengan bantuan baut dan mur yang sesuai dengan standard flens FCL-180. Berikut gambar desain pemasangan flens sabuk



Gbr. 2 Pemasangan Flens Sabuk 3D

**HASIL DAN DISKUSI**

Analisa dimulai dari motor hingga pompa yaitu perencanaan daya listrik motor, mencari momen puntir poros, jarak lengan penggerak dengan yang digerakkan, nilai kecepatan sudut motor, dan gaya luar/beban dinamik

Nilai Torsi/Momen puntir Poros adalah

$$M_p = 9,74 \cdot 10^5 \frac{Pa}{n} \tag{1}$$

Diketahui:

$n$  = putaran motor (2950 rpm)

$P_d$  = Perencanaan daya (44,4 Kw)

Maka  $M_p = 143,76 Nm$

Jumlah jarak lengan totalnya adalah

Panjang poros motor + Tebal Flens motor + Jarak Flens (Sabuk)

+ Tebal Flens pompa + Panjang poros pompa

$$l = 361 mm$$

$$l = 0,36 m$$

Nilai kecepatan sudut motor, yaitu:

$$\omega = \frac{2\pi}{60} n \tag{2}$$

Maka  $\omega = 308,766 \frac{rad}{s}$

Untuk mencari besar gaya luar/beban dinamik keseluruhan penyambungan flens sabuk, berikut adalah perhitungannya:

$$F(t) = \frac{T}{l} \tag{3}$$

Maka  $F(t) = 399,33 N$

**Massa, Kekakuan, dan Redaman**

Nilai massa, kekakuan dan redaman yang akan dihitung adalah sabuk dan poros, namun poros tidak lah memiliki sifat fleksibility sehingga tidak memiliki redaman.

Berikut adalah rumus massa, kekakuan dan redaman

**1. Poros**

**Massa**

$$M = \rho V \tag{4}$$

Diketahui:

Massa Jenis EN 10083-2/ $\rho = 7800 kg/m^3$

Volume poros

$$V = \pi r^2 L \tag{5}$$

**Rigid/Kekakuan**

$$K_\varphi = \frac{\delta T}{\delta \varphi} = \frac{GJ}{L} \tag{6}$$

Pada Rigid/Kekakuan poros terjadi torsi atau puntir yaitu ketika salah satu ujungnya tetap dan diujung lainnya mengalami perubahan sudut putaran.

Maka rigid poros motor ini disebut kekakuan torsional

Diketahui:

Momen Inersia Poros

$$I = \frac{\pi d^4}{32} \tag{7}$$

Modulus Geser Poros Motor dan Pompa

$$G = 81 Gpa = 8 \cdot 10^{10} Nm^2$$

Panjang Poros Motor dan Pompa

$$l = 90 mm = 0,09 m$$

Diameter Poros Motor = 43 mm

Diameter Poros Pompa = 32 mm

Hasilnya adalah

$$M_{PM} = 1,02 \text{ kg}, K_{\phi} = 298194 \text{ N/m}$$

$$M_{PP} = 0,56 \text{ kg}, K_{\phi} = 91461 \text{ N/m}$$

**2. Sabuk**

**Massa**

Diketahui:

Massa Jenis *Solid Wooven Cotton* /  $\rho = 1170 \text{ kg/m}^3$

Volume sabuk

$$V = l . w . t \tag{8}$$

**Rigid/Kekakuan**

$$K_S = \frac{3EI}{L^3} \tag{9}$$

Pada Rigid sabuk, pemasangan sabuk diantara 2 flens dengan jarak 5,5 cm dengan panjang 30 cm membuat posisi sabuk menjadi melengkung

Maka rigid sabuk ini disebut kekakuan bending

Diketahui:

Modulus Elastisitas Sabuk

$$E = 5,88 . 10^7 \text{ Nm}^2$$

Momen Inersia Sabuk

$$I = \frac{bh^3}{12} \tag{10}$$

**Redaman**

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}} \tag{11}$$

$$C_c = 2 . M . \omega_n \tag{12}$$

$$\zeta = \frac{c}{C_c} \tag{13}$$

Diketahui:

$\omega_n$  = frekuensi kecepatan sudut natural

$C_c$  = redaman kritis

$\zeta$  = factor redaman

Nilai factor redaman sama dengan nilai kecepatan sudut motor dibagi dengan frekuensi kecepatan sudut.

Hasil perhitungan ditampilkan ke dalam bentuk table sebagai berikut:

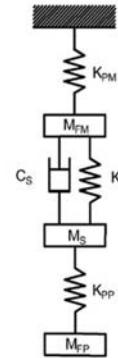
(Sabuk yang digunakan adalah 4 buah, maka nilai total massa, rigid, dan redaman sabuk di kalikan 4)

Tabel II  
Nilai Massa, Kekakuan dan Redaman Sabuk

Variasi Tebal Lebar Sabuk		Massa (kg)	Kekakuan (N/m)	Redaman (N/(m/s))
Tebal	Lebar			
4,5 mm	98 mm	0,6	19,32	370,24
	120 mm	0,76	23,8	468,32
	145 mm	0,92	28,72	566,56
6 mm	98 mm	0,8	45,96	492,6
	120 mm	1	56,44	616,64
	145 mm	1,2	67,92	740,52
7,5 mm	98 mm	1,02	89,88	633,96
	120 mm	1,26	111,84	777,28
	145 mm	1,52	133	937,76

**Acceleration, Velocity, Displacement**

Setelah mengetahui nilai massa, rigid/kekakuan, dan redaman sabuk, berikutnya adalah menganalisa nilai vektor percepatan, vektor kecepatan, dan vektor perpindahan atau simpangan. Berikut adalah model massa pegas:



Gbr. 3 Sistem Multi DOF dengan Tiga Derajat Kebebasan

Keterangan Gambar:

$K_{PM}$  = Kekakuan Poros Motor

$M_{FM}$  = Massa Flens Motor

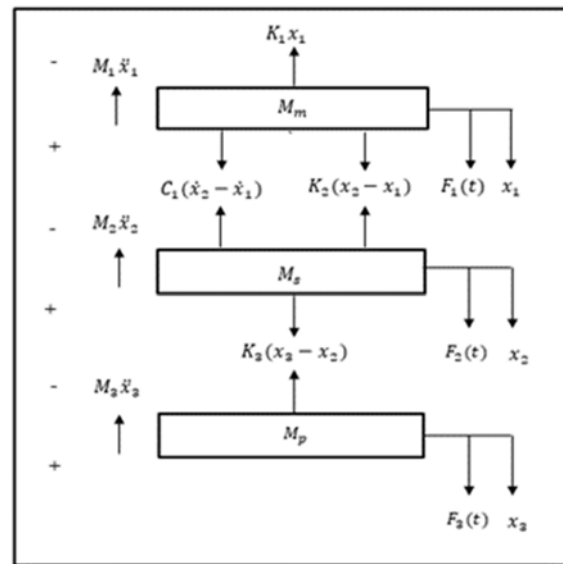
$K_S$  = Kekakuan Sabuk

$C_S$  = Redaman Sabuk

$M_S$  = Massa Sabuk

$K_{PP}$  = Kekakuan Poros Pompa

$M_{FP}$  = Massa Flens Pompa



Gbr. 4 Free Body Diagram MDOF

Persamaan untuk Massa flens Motor adalah

$$M_1 \ddot{x}_1 + (K_1 + K_2)x_1 - K_2x_2 - C_1 \dot{x}_2 + C_1 \dot{x}_1 = F_1(t) \tag{14}$$

Persamaan untuk Massa Sabuk adalah

$$M_2\ddot{x}_2 + C_1\dot{x}_2 - C_1\dot{x}_1 + (K_2 + K_3)x_2 - K_2x_1 - K_3x_3 = F_2(t) \tag{15}$$

Persamaan untuk Massa Pompa adalah

$$M_3\ddot{x}_3 + K_3x_3 - K_3x_2 = F_3(t) \tag{16}$$

Setelah menganalisa FBD, di dapatkan lah 3 persamaan keseimbangan, lalu dari 3 persamaan ini dapat dibuat menjadi 3 matrix, yaitu

Pada Matrix Massa,

$$\begin{bmatrix} M_1 & 0 & 0 \\ 0 & M_2 & 0 \\ 0 & 0 & M_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \\ \ddot{x}_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_1(t) \\ F_2(t) \\ F_3(t) \end{Bmatrix}$$

Pada Matrix Kekakuan,

$$\begin{bmatrix} K_1 + K_2 & -K_2 & 0 \\ -K_2 & K_2 + K_3 & -K_3 \\ 0 & -K_3 & K_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_1(t) \\ F_2(t) \\ F_3(t) \end{Bmatrix}$$

Pada Matrix Redaman,

$$\begin{bmatrix} C_1 & -C_1 & 0 \\ -C_1 & C_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F_1(t) \\ F_2(t) \\ F_3(t) \end{Bmatrix}$$

Namun pada nilai *velocity*, tidak dapat dianalisa dengan menggunakan matrix determinan 3x3, dikarenakan hanya memiliki 1 redaman sesuai dengan model sistem massa pegas dengan *Free Body Diagram*.

Untuk itu, nilai *velocity* dapat dihitung tanpa memasukkan nilai redaman ke dalam matrix determinan 3x3. Yaitu dengan menggunakan rumus vektor kecepatan

$$C\dot{x} = F(t) \tag{17}$$

Hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel III  
Nilai Acc, Vel, Disp keseluruhan sistem dengan dimensi sabuk

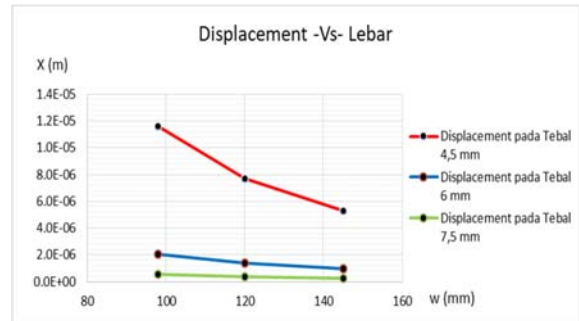
Variasi Tebal Lebar Sabuk		Acc (m/s <sup>2</sup> )	Vel (m/s)	Disp (μm)
Tebal	Lebar			
4,5 mm	98 mm	21,6	1,07	11,6
	120 mm	17,06	0,85	7,7
	145 mm	14,09	0,71	5,29
6 mm	98 mm	16,2	0,81	2,06
	120 mm	12,96	0,64	1,37
	145 mm	10,8	0,53	0,94
7,5 mm	98 mm	12,71	0,62	0,54
	120 mm	10,2	0,51	0,34
	145 mm	8,53	0,42	0,24

Pada penelitian ini membahas hubungan simpangan (*displacement*) dengan dimensi tebal lebar sabuk. Hal ini dikarenakan supaya batasan masalah pada penelitian menjadi

tidak luas. Berikut adalah grafik dan table rekapitulasi *Displacement* dengan lebar dan tebal sabuk:

Tabel IV  
Rekapitulasi *Displacement* dengan Lebar

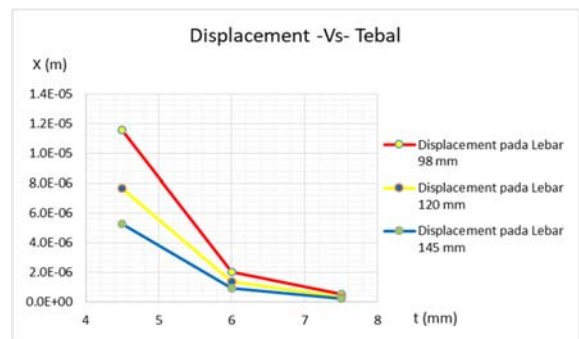
Lebar (mm)	Displaement (μm)		
	Tebal 4,5 mm	Tebal 6 mm	Tebal 7,5 mm
98	11,6	2,06	0,54
120	7,7	1,37	0,34
145	5,29	0,94	0,24



Gbr. 5 Grafik Rekapitulasi *Displacement* Vs Lebar

Tabel V  
Rekapitulasi *Displacement* dengan Tebal

Tebal (mm)	Displaement (μm)		
	Lebar 98 mm	Lebar 120 mm	Lebar 145 mm
4,5	11,6	7,7	5,29
6	2,06	1,37	0,94
7,5	0,54	0,34	0,24



Gbr. 6 Grafik Rekapitulasi *Displacement* Vs Tebal

Pada grafik rekapitulasi *Displacement* Vs Lebar maupun pada *Displacement* Vs Tebal menunjukkan bahwa semakin besar tebal dan lebar dimensi sabuk, maka nilai *displacement* system dengan sabuk semakin kecil

**Frekuensi Natural**

Untuk menghitung frekuensi natural, dapat divariasikan dengan tebal dan lebar sabuk, karena mempengaruhi nilai yang didapatkan. Berikut adalah rumus frekuensi natural yang digunakan.

$$F_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}} \tag{18}$$

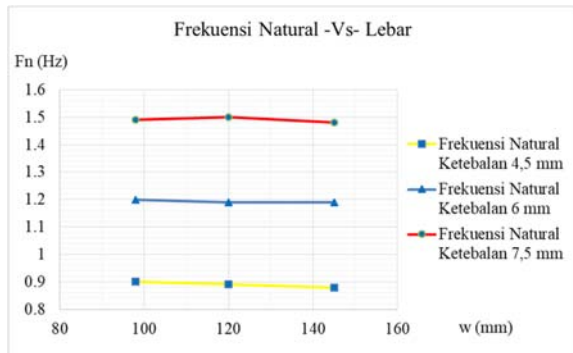
Dimana:

- K = Kekakuan Sabuk
- M = Massa Sabuk

Hasilnya adalah

Tabel VI  
Rekapitulasi Frekuensi natural dengan lebar

Lebar (mm)	Frekuensi Natural (Hz)		
	Tebal 4,5 mm	Tebal 6 mm	Tebal 7,5 mm
98	0,9	1,2	1,49
120	0,89	1,19	1,5
145	0,88	1,19	1,48

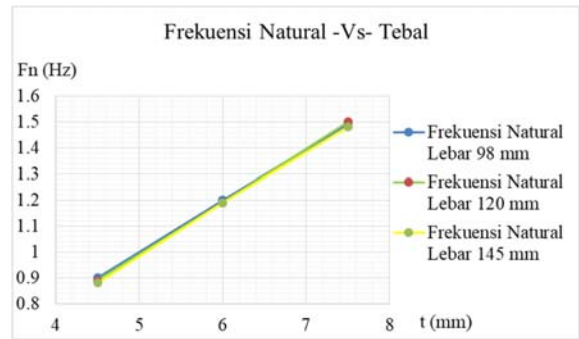


Gbr. 7 Grafik Rekapitulasi Frekuensi Natural Vs Lebar

Grafik menunjukkan nilai frekuensi natural dengan tebal yang sama tetapi lebarnya berbeda-beda menghasilkan nilai yang linier dan nilai frekuensi natural tidak berpengaruh pada lebar sabuk.

Tabel VII  
Rekapitulasi Frekuensi natural dengan tebal

Tebal (mm)	Frekuensi Natural (Hz)		
	Lebar 98 mm	Lebar 120 mm	Lebar 145 mm
4,5	0,9	0,89	0,88
6	1,2	1,19	1,19
7,5	1,49	1,5	1,48



Gbr. 8 Grafik Rekapitulasi Frekuensi Natural Vs Tebal

Grafik menunjukkan nilai frekuensi natural dengan lebar yang sama tetapi tebalnya berbeda-beda menghasilkan grafik yang nilai frekuensi naturalnya cenderung naik, seiring dengan semakin tebalnya sabuk yang dipakai

**KESIMPULAN**

Berdasarkan tujuan penelitian, yaitu Menganalisa Getaran yang terjadi pada poros Pompa dengan variasi tebal dan lebar sabuk, lalu menganalisa persamaan gerak MDOF hingga didapatkan nilai percepatan, kecepatan, simpangan getaran dan juga frekuensi natural, dapat disimpulkan dengan berbagai variasi tabel dan lebar sabuk adalah Sabuk dengan dimensi lebar 145 mm dan tebal 7,5 mm memiliki nilai percepatan, kecepatan, simpangan terkecil, yaitu  $8,53 \text{ m/s}^2$ ,  $0,42 \text{ m/s}$ ,  $0,24 \mu\text{m}$ . Sabuk dengan dimensi lebar 98 mm dan tebal 4,5 mm memiliki nilai percepatan, kecepatan, simpangan yang terbesar, yaitu  $21,6 \text{ m/s}^2$ ,  $1,07 \text{ m/s}$ ,  $11,6 \mu\text{m}$ . Menentukan nilai massa, kekakuan, dan redaman. Sabuk dengan dimensi lebar 98 mm dan tebal 4,5 mm memiliki nilai massa, kekakuan dan redaman terkecil (4 sabuk) yaitu  $0,6 \text{ kg}$ ,  $19,32 \text{ N/m}$  dan  $370,24 \text{ N/m/s}$ . Sabuk dengan dimensi lebar 145 mm dan tebal 7,5 mm memiliki nilai massa, kekakuan dan redaman terbesar (4 sabuk) yaitu  $1,52 \text{ kg}$ ,  $133 \text{ N/m}$ , dan  $937,76 \text{ N/m/s}$ . Menentukan nilai Frekuensi Natural, pada Grafik Rekapitulasi, dapat disimpulkan bahwa Lebar sabuk tidak berpengaruh pada sistem yang bergetar alami, namun semakin tebal sabuk yang digunakan mempengaruhi sistem yang bergetar alami dengan frekuensi naturalnya bertambah secara linier, yaitu pada tebal 7,5 mm

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih disampaikan kepada Fakultas Teknik Mesin USU dan Bapak Dr. Ing. Ir. Ikhwansyah Isranuri yang telah mendukung pembuatan jurnal ini.

## REFERENSI

- [1] Harris, Piersol. Shock and Vibration Handbook. 5th Edition. The McGraw-Hill Companies. 2002.
- [2] R.S. Khurmi, J.K. Gupta. A Textbook of Machine Design. 11<sup>th</sup> Edition. Eurasia Publishing House Limited. 2004.
- [3] CHEN, X., LIU, Y., *Finite Element Modeling and Simulation with ANSYS Workbench*, 2 ed, Boca Ra-ton, Taylor & Francis Group. 2019.
- [4] W. Kang, Z. Zhang, K. Zhou, and Y. Chen, "The random vibration and force transmission characteristics of the elastic propeller-shafting system induced by inflow turbulence," *Ocean Eng.*, vol. 188, no. January, p. 106317, 2019, doi: 10.1016/j.oceaneng.2019.106317.
- [5] W. Yu-qin and D. Ze-wen, "Influence of blade number on flow-induced noise of centrifugal pump based on CFD/CA," *Vacuum*, vol. 172, no. November 2019, p. 109058, 2020, doi: 10.1016/j.vacuum.2019.109058.
- [6] Girdhar, P. & Octo Moniz. Practical Centrifugal Pumps Design, Operation and Maintenance. Netherlands, IDC Technologie. 2005.
- [7] Pain, H. J. The Physics of Vibrations and Waves. 6<sup>th</sup> Edition. London, John Wiley & Sons, Ltd. 2005.
- [8] Scheffer, C. & Girdhar P. Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance. Netherlands, IDC Technologies.Fridman. 2004.
- [9] Dan, B. Mechanical Enginer's Handbook. Department of Mechanical Engineering. Auburn University. 2001.
- [10] Hariharan, V. & Srinivasan, PSS. "Vibration analysis of missaligned shaft-ball bearing sytem." 2 45-50. 2009.
- [11] Martianis, E. Analisa Getaran pada Pompa Sentrifugal Sistem Penyambungan Kopling Sabuk untuk Monitoring Kondisi. Tesis. Universitas Sumatera Utara. 2012.
- [12] Sularso & Haruo Tahara. Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan. Edisi Keenam, Jakarta, PT. Pradya Paramita. 2006.
- [13] Hajar,I..Studi Eksperimental Deteksi Fenomena Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal Menggunakan Sinyal Getaran Untuk Condition Monitoring. Tesis. Medan, Universitas Sumatera Utara. 2010.
- [14] Thomson, William. Theory of Vibration with Applications. 4th Edition. Prentice-Hall International. 1993.