



Analisis Pengaruh Misalignment Terhadap Vibrasi Dan Kinerja Shaft Propeller Pada Kapal Bantu Rumah Sakit (BRS) 2

Yogi Pratama

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Erifive Pranatal

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Alamat: Jl. Arief Rahman Hakim No.100, Klampis Ngasem, Sukolilo, Surabaya

Korespondensi penulis: yogip3064@gmail.com

Abstract: *Vibration due to misalignment of the propeller shaft is detected using the VA-12 Vibration Analyzer sensor which is equipped with a Piezoelectric Accelerometer PV-571. Vibration measurements are carried out in alignment and misalignment conditions. The VA-12 Vibration Analyzer detection tool displays the results of the Vibration signal. Must be protected against the vibrations generated. Vibration signal analysis is done by looking at or observing the signal amplitude and signal frequency with two conditions of alignment and misalignment. The VA-12 Vibration Analyzer is used to analyze vibration signals and then convert them to Fast Fourier Transform (FFT) and Wavelet Transform (WT). In this analysis, a comparison of vibrations is carried out during alignment and misalignment conditions.*

Keywords: *vibrasi, misalignment, shaft propeller, vibration analyzer va-12, fast fourier transform.*

Abstrak: Vibrasi akibat misalignment pada shaft propeller dideteksi menggunakan sensor Vibration Analyzer VA-12 yang sudah dilengkapi dengan Piezoelectric Accelerometer PV-571. Pengukuran vibrasi dilakukan pada kondisi alignment serta misalignment. Alat pendeteksi Vibration Analyzer VA-12 menampilkan hasil sinyal Vibrasi. Dilakukan pengamatan pada getaran yang dihasilkan. Analisa sinyal vibrasi dilakukan dengan cara melihat atau mengamati sinyal amplitudo serta sinyal frekuensi dengan dua kondisi alignment dan misalignment. Vibration Analyzer VA-12 digunakan untuk menganalisa sinyal vibrasi lalu di konversi ke Fast Fourier Transform (FFT) dan Wavelet Transform (WT). Pada Analisa tersebut dilakukan perbandingan getaran pada saat kondisi alignment dan misalignment.

Kata kunci: vibrasi, misalignment, shaft propeller, vibration analyzer va-12, fast fourier transform

LATAR BELAKANG

Shaft Propeller sangat banyak di industri Galangan Indonesia maupun Internasional karena Shaft propeller mentransformasikan putarannya dari mesin menuju propeller agar kapal dapat beroperasi atau berlayar. Shaft Propeller umum dipakai dalam Industri Perkapalan.

Pemeliharaan/perawatan Shaft Propeller diperlukan untuk memperpanjang pemakaian/umur pada Shaft Propeller sangat sekali dibutuhkan untuk menjaga dan memperpanjang pemakaian Shaft Propeller. Tindakan preventif maintenance (pencegahan) sangat sekali di prioritaskan agar kondisi kerusakan yang berakibat fatal pada Shaft Propeller bias dihindari. Ada banyak sekali yang bisa dilakukan agar tindakan preventif (pencegahan) salah satunya adalah dengan cara melakukan monitor getaran pada mesin tersebut.

Apabila vibrasi pada Shaft Propeller pada tahap awal yang tidak diketahui akan menyebabkan shaft propeller mengalami kerusakan yang sangat parah. Apabila Kerusakan Shaft Propeller pada Kapal dapat berdampak seperti kerugian yang berakibat fatal bahkan sangat besar karena kapal dapat berhenti sewaktu-waktu saat beroperasi.

Vibrasi yang dihasilkan pada mesin yang mengalami misalignment shaft propeller biasanya disebabkan oleh beberapa factor yang terutama adalah misalignment pada shaft propeller dan adanya tidak normanya pada bagian bearing atau batalan, dll. Kondisi misalignment yang diabaikan dapat menyebabkan Vibrasi dan dapat menyebabkan: sambungan-sambungan antara mesin dan shaft propeller mengendor, menyebabkan suara yang sangat bising, bagian mesin dapat menyebabkan kelebihan beban dan bagian pada mesin cepat aus (susut karena tergosok). Maka dari itu pentingnya monitoring pada getaran yang harus di cek secara berkala.

Diperlukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk mendeteksi vibrasi akibat misalignment. Karena kerusakan dari vibrasi dapat merusak komponen pada mesin serta mencari penyebab vibrasi yang dihasilkan bukan dari akibat misalignment. Monitoring pada vibrasi sangat perlu yang diharapkan bisa digunakan untuk mendeteksi ketidaknormalan di bagian mesin agar bisa mencegah rusaknya bagian mesin dan khususnya pada bagian shaft propeller.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Shaft Propeller

Shaft propeller mentransformasikan putarannya dari mesin menuju propeller agar kapal dapat beroperasi atau berlayar. Shaft propeller itu sendiri harus memiliki kekuatan yang mampu menahan gaya putaran yang bekerja dari mesin menuju propeller dan menghasilkan gaya dorong (thrust) yang berfungsi untuk mendorong kapal serta ada beberapa gaya lain seperti momen torsi (benda bergerak) yang disebabkan putaran pada propeller, serta berat pada propeller dan akibat berat shaft propeller tersebut. Shaft Propeller adalah bagian mesin yang penting untuk gaya dorong kapal, apabila tidak ada shaft propeller maka propeller tidak ada bisa berputar. (Totok dan Chandra, 2019) Yang perlu diketahui bahwa kedudukan antara shaft propeller harus harus segaris atau satu garis sumbu. Tenaga yang di hasilkan oleh mesin diteruskan berupa putaran menuju propeller melalui shaft propeller.

2. Vibrasi (Getaran)

Vibrasi atau Getaran adalah pergerakan yang terjadi secara terus-menerus pada sekitaran kesetimbangan tersebut. Kesetimbangan itu sendiri adalah suatu keadaan yang dimana suatu benda tersebut berada dalam posisi yang diam serta tidak mengalami perubahan apabila tidak adanya gaya gerakan benda yang bekerja.

Vibrasi juga dapat bisa terjadi dengan berbagai cara salah satunya adalah dengan cara gaya pegas yang ditarik lalu dilepaskan. Gaya pegas bisa terlihat seperti gerakan yang bergerak dari satu arah ke arah lain dari bagian atas sampai ke bagian bawah.

Shaft Propeller yang tidak misalignment akan bergetar dengan baik, karena energi yang dihasilkan dari mesin akan digunakan dengan sempurna oleh shaft propeller itu sendiri. Shaft Propeller dirancang oleh Maker dengan spesifikasi sangat baik serta akan menghasilkan vibrasi yang baik dan relative rendah.

3. Alignment (Penyelarasan)

Alignment (Penyelarasan) adalah sebuah titik dimana kondisi antar kedua kapal poros yang saling dihubungkan serta terletak pada masing-masing sumbu (sumbu yang sama). Pada mesin kapal dengan kondisi yang baru dapat diharapkan titik poros sumbu sesuai dengan kondisi alignment yang baik. Pada kondisi seperti alignment pada Shaft Propeller ini harus dijaga hingga proses instalasi serta saat kapal beroperasi.

a) Toleransi Alignment

Untuk mendapatkan kondisi Alignment ada banyak metode yang bisa digunakan untuk proses alignment shaft propeller. Metode alignment biasanya dipilih berdasarkan dengan jenis shaft propeller, kecepatan putar, fungsi shaft propeller, perawatan serta toleransi pada alignment. Saat shaft propeller Kapal Bantu Rumah Sakit memiliki kecepatan GPS 19 Knot dengan pondasi yang kokoh, toleransi alignment berdasarkan permintaan dari Maker (Pembuat) dengan toleransi 0,03 – 0,5 mm.

b) Teori Alignment

Teori Alignment ini menggunakan teori media laser untuk menjangkau poros dari sumbu satu ke sumbu lainnya dengan jarak yang di tentukan antar kedua sumbu shaft propeller. Misalignment bisa dideteksi oleh alat yang dilengkapi dengan media laser ini karena alat ini sudah dilengkapi dengan permukaan semacam detector saat salah satu sumbu bergerak maka pergerakan tersebut dapat di deteksi. Untuk

meningkatkan produktifitas kerja serta efisiensi waktu yang di tentukan seta hasil dalam pengujian secara langsung maka bisa menggunakan Laser Alignment System. Laser alignment system ini sendiri adalah sistem dimana obyek/shaft propeller disimetriskan dengan menggunakan sensor infrared dari alat laser tersebut sehingga kesimetrisan atau alignment pada obyek bisa didapatkan.

4. Misalignment

Misalignment adalah proses atau kondisi dimana suatu obyek terjadi tidak kesimetrisan atau ketidaksejajaran pada kedua sumbu atau poros yang dihubungkan (dua shumbu pada shaft propeller). Apabila shaft propeller mengalami misalignment maka akan mengalami vibrasi yang berlebihan, bahkan dapat mempercepat kerusakan pada area bearing.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan cara melakukan pengukuran dengan cara menempatkan sensor Vibration Analyzer VA-12 yang sudah dilengkapi dengan Piezoelectric Accelerometer PV-571 berdampingan pada kamar mesin. Vibration Analyzer dan piezoelektrik yang sudah terpasang bisa digunakan untuk mendeteksi vibrasi mesin yang disebabkan oleh Shaft Propeller. Sensor diletakkan pada posisi yang memiliki getaran terbesar, pada penelitian ini dilakukan pengukuran pada kamar mesin tepatnya pada sambungan antar 2 kopling karena disana memiliki sinyal vibrasi yang sangat besar. Vibration Analyzer VA-12 mengeluarkan sensor yang selanjutnya menampilkan spektrum pada layar Vibration Analyzer VA-12. Vibration Analyzer VA-12 lalu mengkonversi hasil sinyal ke dalam bentuk domain frekuensi atau sering disebut dengan FFT. Sinyal sumber juga bisa di konversikan dari bentuk sinyal sumber kedalam bentuk domain waktu menggunakan konversi STFT dan selanjutnya di konversi ke WT. Proses pengukuran vibrasi dilakukan pada saat kondisi Alignment dan kondisi misalignment. Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan data hasil pengukuran pada saat kondisi Alignment dan misalignment dengan beberapa metode seperti: FFT, STFT dan WT. Data analisa diambil dari Vibration Analyzer VA-12 lalu di konversikan dalam bentuk FFT, STFT dan WT.

Selain melakukan pengukuran pada vibrasi, dilakukan juga proses putaran shaft propeller. Parameter yang diambil datanya dalam kondisi alignment dan misalignment lalu keduanya dibandingkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat alignment :

$$P = 5,420 \times 2 = 10,840 \text{ kW}$$

$$V = 7,268 \text{ Volt}$$

$$I = 1000 \text{ A}$$

$$n = 18 \text{ knot} = 33,336 \text{ rpm}$$

Kapal dijalankan di laut selama kurang lebih 30 menit (30 minute = 0,5 hour (h)).

$$\text{Pemakaian energi yang digunakan} = P \cdot T = 10,840 \times 0,5 \text{ h} = 5,420 \text{ kWh.}$$

Saat misalignment :

$$P = 5,523 \times 2 = 11,045 \text{ kW}$$

$$V = 7,291 \text{ Volt}$$

$$I = 1001 \text{ A}$$

$$n = 18 \text{ knot} = 33,336 \text{ rpm}$$

Kapal dijalankan di laut selama kurang lebih 30 menit (30 minute = 0,5 hour (h)).

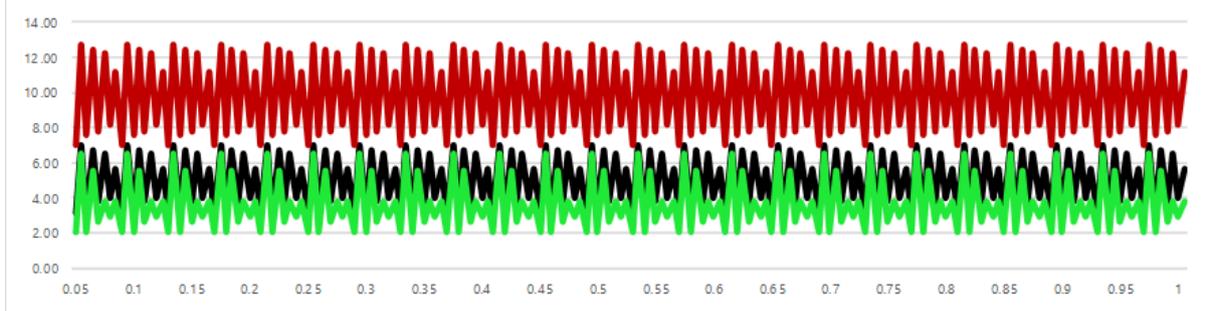
$$\text{Pemakaian energi yang digunakan} = P \cdot T = 11,045 \text{ kW} \times 0,5 \text{ h} = 5,522 \text{ kWh.}$$

Penggunaan energi yang digunakan pada saat kondisi misalignment penggunaa energi lebih besar jika dibandingkan dengan penggunaan energi pada saat alignment.

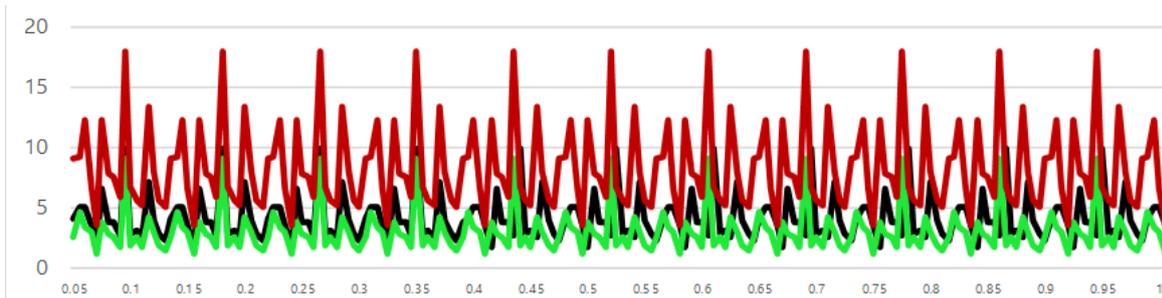
Perputaran mesin pada kapal saat kondisi alignment serta saat kondisi misalignment dijalankan dengan kecepatan yang sama besarnya yaitu 33,336 rpm atau setara dengan 18 knot.

1. Deteksi Vibrasi dengan Vibration Analyzer VA-12 saat Alignment dan Misalignment

Sensor Vibration Analyzer VA-12 menghasilkan sinyal vibrasi sebanyak tiga, al: sinyal vibrasi wana hitam (x), sinyal vibrasi warna merah (y) dan sinyal vibrasi warna hijau (z). Pada tampilan kurva, sumbu vibrasi Horizontal menunjukkan sebuah perubahan waktu dalam bentuk satuan ms (millisecond) serta sumbu vertical menunjukkan sebuah nilai tegangan dalam satuan volt. Pada Gambar 1 dan 2 terlihat sebuah sinyal dengan amplitude yang terbesar dideteksi oleh sumbu warna merah (y), sedangkan sinyal dengan amplitude dengan sinyal terkecil dideteksi oleh siumbu sinyal warna hijau (z).



Gambar 1 Sinyal sumber dari sensor Vibration Analyzer VA-12 saat alignment

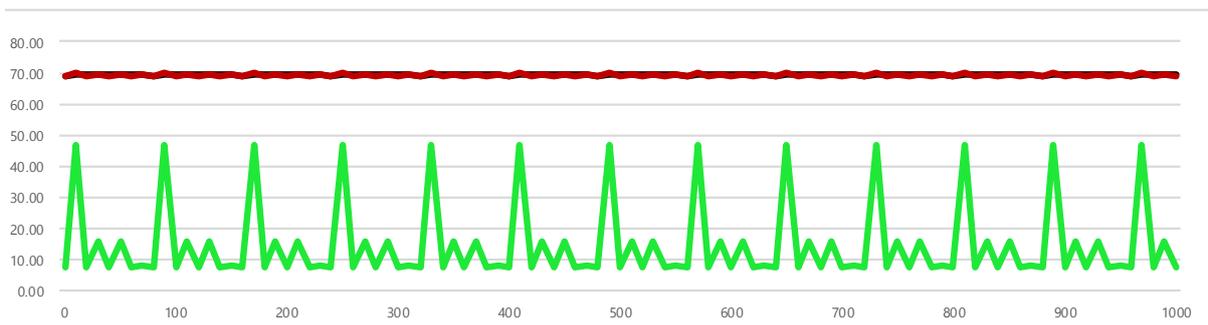


Gambar 2 Sinyal sumber dari sensor Vibration Analyzer VA-12 saat misalignment

a) FFT

Gambar 3 dan 4 merupakan sebuah data yang di hasilkan dari sinyal sumber yang kemudian dikonversikan dalam bentuk spektrum yang berdomain seperti frekuensi. Pada tampilan horizontal sumbu menunjuk pada frekuensi kedalam satuan Hz. Sedangkan pada tampilan vertical untuk sumbu menunjukkan sebuah tegangan amplitude dalam satuan volt.

Gambar 3 pada tampilan FFT pada kondisi alignment terlihat :



Gambar 3 FFT dengan sensor Vibration Analyzer VA-12 saat alignment

Table 1 Data hasil FFT pada axis x dengan sensor Vibration Analyzer VA-12

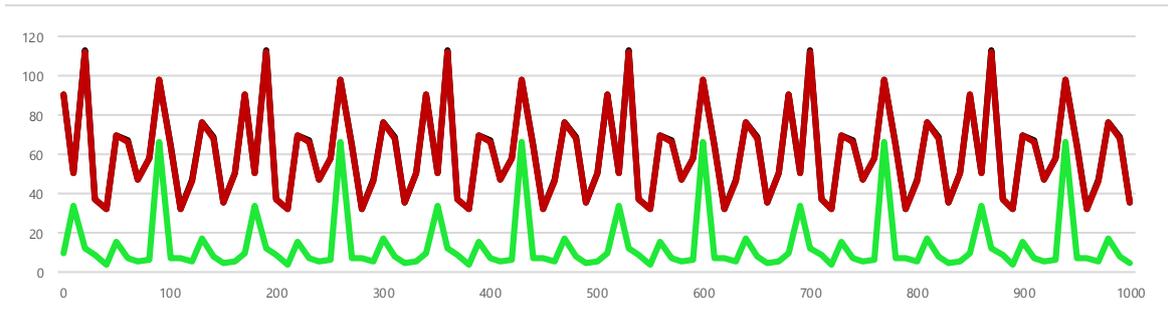
Alignment		Misalignment	
Frekuensi	Amplitudo	Frekuensi	Amplitudo
0,05	69,00	0,05	89,70
10	69,50	10	50,04
20	69,50	20	112,59
30	69,50	30	36,84
40	69,50	40	31,97
50	69,50	50	69,50
60	69,50	60	66,72
70	69,50	70	46,57
80	69,00	80	57,96
90	69,50	90	98,00
100	69,50	100	63,94
110	69,50	110	31,62
120	69,50	120	46,57
130	69,50	130	75,76
140	69,50	140	68,11
150	69,50	150	34,75
160	69,00	160	50,37

Pada sumbu warna hitam (x) terdeteksi sebuah frekuensi sampai dengan 70 Hz (tabel 1.). Menampilkan sebuah sinyal frekuensi sampai dengan 70 Hz dengan sebuah amplitudo yang besar yaitu (69,50 V) .

Pada sumbu warna merah (y) bisa terdeteksi terdeteksi dengan frekuensi berupa amplitudo yang hasilnya hamper sama dengan sumbu warna hitam (x)

Pada tampilan sumbu warna hijau (z) bisa terdeteksi sebuah frekuensi yang memiliki ampitudo sangat kecil.

Gambar 4 adalah tampilan FFT pada saat kondisi misalignment terlihat :



Gambar 4 FFT dengan sensor Vibration Analyzer VA-12 saat alignment

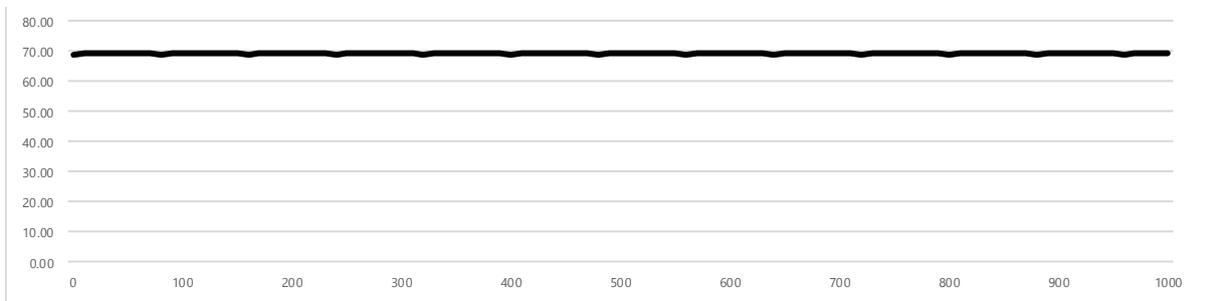
Tampilan pada sumbu warna hitam (x) dideteksi dengan frekuensi 0.5 Hz, 10 Hz dan 20 Hz.

Tampilan pada sumbu warna merah (y) dideteksi dengan frekuensi 10 Hz dan 15,50 Hz

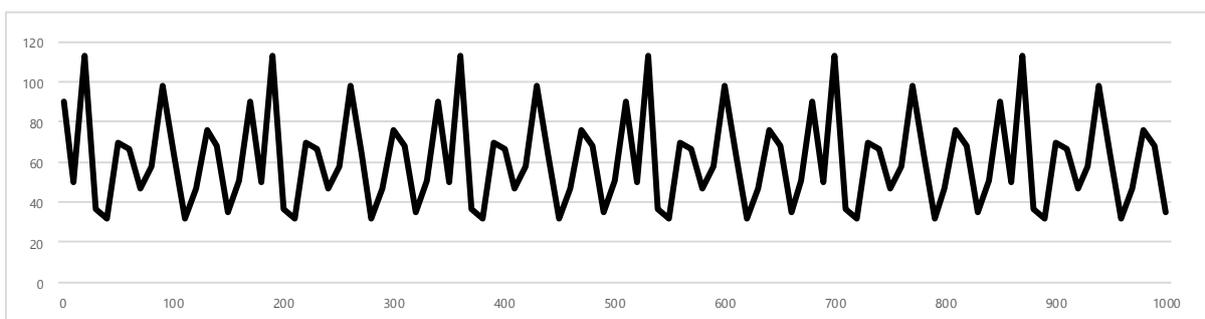
Tampilan pada sumbu warna hijau (z) dideteksi dengan frekuensi 10 Hz.

2. Mendeteksi hasil Vibrasi dengan sebuah Sensor Piezoelektrik pada saat kondisi Alignment dan Misalignment

Sinyal sumber yang diperoleh dari sensor Piezoelectric yang sudah terpasang pada Vibration Analyzer VA-12 pada misalignment Sinyal yang dihasilkan dari sensor piezoelektrik dengan menampilkan sinyal vibrasi sumbu x (warna hitam).



Gambar 1. FFT dengan Piezoelektrik saat alignment



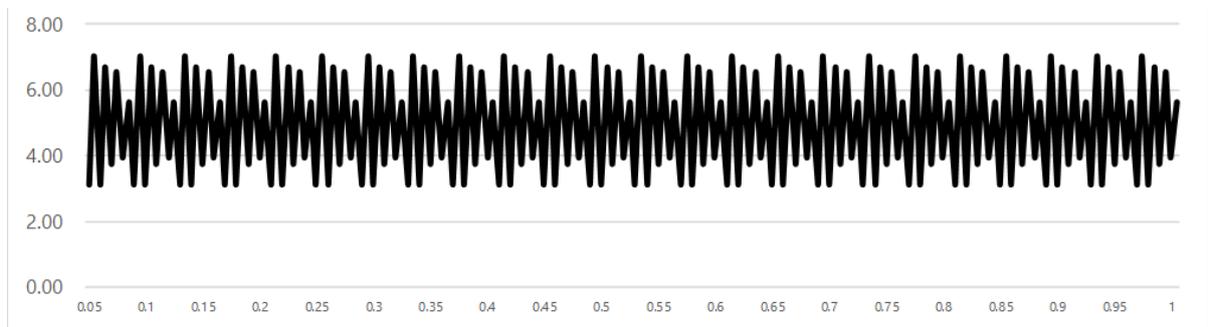
Gambar 2. FFT dengan piezoelektrik saat misalignment

a) FFT

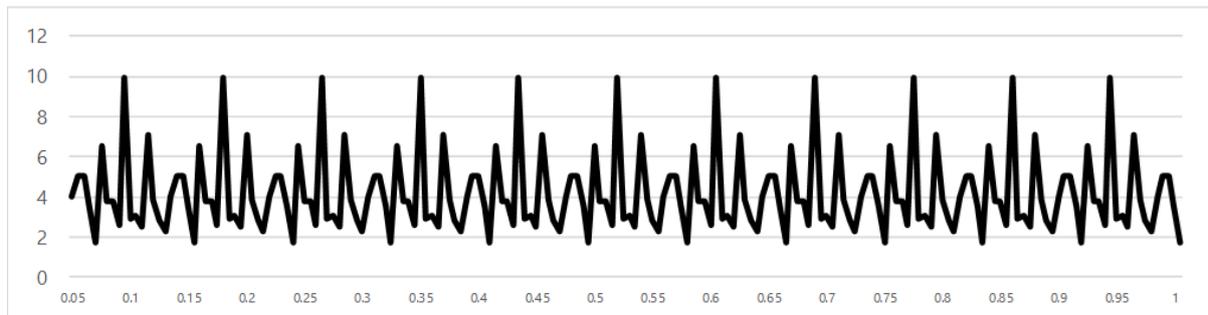
Pada saat kondisi alignment, sinyal sumber dapat terdeteksi sampai dengan frekuensi 1000 HZ dengan amplitude sebesar 69,50. Amplitudo yang dihasilkan terbesar terdapat pada frekuensi 10 Hz

Sedangkan, pada saat kondisi misalignment, sinyal sumber yang terdeteksi sampai dengan 160 Hz dengan besaran amplitudonya 50,37 V. sedangkan amplitudo terbesar yang dihasilkan pada frekuensi 20 Hz.

Hasil Konversi ke sumbu FFT, sumbu horizontal yang diperoleh menunjukkan waktu dengan satuan ms serta sumbu vertikal yang diperoleh menunjukkan sinyal frekuensi dengan satuan 10 Hz.



Gambar 3. Sinyal sumber dari sensor Piezoelektrik saat alignment



Gambar 4. Sinyal sumber dari sensor Piezoelektrik saat misalignment

Table 2 Data hasil FFT dengan sensor piezoelektrik.

Alignment		Misalignment	
Frekuensi	Amplitudo	Frekuensi	Amplitudo
0	69,00	0	89,7
10	69,50	10	50,04
20	69,50	20	112,59
30	69,50	30	36,84
40	69,50	40	31,97
50	69,50	50	69,5
60	69,50	60	66,72
70	69,50	70	46,57
80	69,00	80	57,96
90	69,50	90	98
100	69,50	100	63,94
110	69,50	110	31,62
120	69,50	120	46,57
130	69,50	130	75,76
140	69,50	140	68,11
150	69,50	150	34,75
160	69,00	160	50,37

Data yang diperoleh pada tabel 2 menampilkan hasil dari pengukuran pada sinyal sumbu axis warna hitam (x). Dari banyaknya data diperoleh pada saat pengukuran berdasarkan dengan batas threshold (ambang batas) yang didapatkan. Penentuan pada batas threshold itu sendiri tergantung dengan data pengukuran yang ingin disimpan untuk dianalisa. Batas threshold itu sendiri diperlukan untuk membatasi suatu data yang akan disimpan. Hasil pengukuran pada axis sumbu warna merah (y) dan sumbu warna hijau (z) tidak ditampilkan pada tabel tersebut karena amplitudo yang dihasilkan sangat kecil sehingga data tersebut kurang dari batas ambang (threshold) yang sudah ditentukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada hasil penelitian yang didapatkan mendapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Jika menggunakan sensor Vibration Analyzer VA-12:

Dengan cara melakukan sebuah metode FFT, pada saat kondisi misalignment dapat terlihat sebuah sinyal pada sumbu warna merah (y) sebesar (10 Hz) sedangkan pada tampilan sumbu warna hijau (z) sebesar (100 Hz). Dan dibandingkan pada saat kondisi alignment sinyal yang didapatkan (tertinggi) dideteksi pada sumbu axis warna hitam (x) yang ditunjukkan pada sebuah frekuensi yaitu 20 Hz dengan sebuah amplitudo sebesar 111,8 V. Pada sinyal dari sumbu axis warna merah dan hijau (y dan z) sinyal amplitudo kecil sehingga pada penelitian ini diabaikan.

2. Jika menggunakan sensor piezoelektrik pada Vibration Analyzer VA-12:

Dengan cara melakukan sebuah metode FFT, pada tampilan sinyal dideteksi pada saat kondisi misalignment dan alignment hasil yang diperoleh lebih tinggi (sampai dengan 20 Hz) seangkatan pada saat kondisi alignment (sampai dengan 10 Hz).

3. Pemakaian energi pada kondisi Misalignment lebih besar jika di bandingkan pada saat Alignment. Pemakaian energi pada saat kondisi misalignment sebesar 5,522 kWh, sedangkan pada saat kondisi shaft propeller dalam kondisi alignment yaitu sebesar 5,420 kWh.

DAFTAR PUSTAKA

- Addison and Paul. 2002. *The Illustrated Wavelet Transform Handbook*. Institute of Physics Publishing.
- Furman, BJ. 2005. *Vibration Measurement*. Department of Mechanical and Aerospace Engineering San Jose State University.
- Firmansyah. 2020. *Pengaruh Misalignment Terhadap Respon Getaran Pada Pemodelan Shaft Propeller Kapal White Product Tanker*. Diploma Thesis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Hadi. 2020. *Estimasi Perhitungan Kebutuhan Material Dan Jam Orang Dalam Pembangunan Blok Apu2 (S/P) Kapal Bantu Rumah Sakit Di PT. PAL*. Diploma Thesis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Hili and Molka Attia. 2005. *Shaft Misalignment Effect on Bearings Dynamical Behavior*. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26, 1433-3015. <http://www.springerlink.com/content/k=shaft+misalignment+effect>

- Jannah. 2021. Analisis Kekuatan Struktur Pondasi Windlass Pada Kapal Bantu Rumah Sakit (BRS) 124 M. Diploma Thesis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Lyons and Richard TRW. 1998. Windowing Functions Improve FFT Result. Sunnyvale, CA.
- Mulia dan Rochmoeljati. 2021. Pengendalian Kualitas Pengelasan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PT.
- PAL Indonesia. JUMINTEN Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
- Mustofa dan Jokosisworo 2018. Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Lentur Putar dan Kekuatan Puntir Baja ST 41 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Quenching. Jurnal Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro. .
- National Instrument, 2005. Advanced Signal Processing Toolkit. Wavelet Analysis Tools User Manual.
- Scheffer, Cornelius and Girdhar Paresh, 2004. Practical Machinery Vibration Analysis & Predictive Maintenance. Elsevier.
- Satriani dan Bayuseno. 2016. Pengaruh Penambahan Unsur Silikon (Si) Pada Shaft Propeller Berbahan Dasar Al-Mg-Si. Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- Sulaiman, Sugeng dan Ridwan. 2021. Analisis Perbaikan Stern Tube Poros Propeller Single Screw pada Kapal General Cargo 4192 GT. Jurnal Rekayasa Mesin Politeknik Negeri Semarang.
- Suliantoro, Fanani dan Handayani. 2008. Optimasi Pendjadwalan Proyek Dengan Keterbatasan Sumber Daya Manusia Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Proyek M000229 PT PAL Indonesia). Universitas Diponegoro.
- Urrohmah dan Riandadari. 2019. Identifikasi Bahaya Dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (Hirarc) Dalam Upaya Memperkecil Risiko Kecelakaan Kerja Di PT. PAL INDONESIA. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin.
- Vibra. Metrics. 2010. Accelerometers (Vibration Sensors) and Vibration Monitoring Solutions. <http://www.vibrametrics.com/indexs.aspx?go=resources&focus=Users>
- Wikipedia. Piezoelectric sensor. https://en.wikipedia.org/wiki/Piezoelectric_sensor
- Wikipedia. Short Time Fourier Transform. <http://en.wikipedia.org/wiki/Short-timeFouriertransform>
- Yulianto dan Ariesta. 2019. Analisis Kekuatan Shaft Propeller Kapal Rescue 40 Meter dengan Metode Elemen Hingga. Jurnal Ilmu Pengetahuan & Teknologi Kelautan Universitas Diponegoro