

# Uji Getaran Pada Sistem Propulsi Menggunakan Metode *Alignment* dan *Deflection*

Muhammad Alif Alakbar<sup>\*1</sup>, Naufal Abdurrahman Prasetyo, S.T., M.T.<sup>\*2</sup>, Ninda Hardina Batubara, M.Si.<sup>\*3</sup>

\*Politeknik Negeri Batam  
Program Studi Teknik Rekayasa Konstruksi Perkapalan  
Jl. Ahmad Yani, Batam Kota, Kepulauan Riau, Indonesia  
E-mail: m.alifakbar02@email.com

## Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan meminimalisir kebisingan dan getaran yang dihasilkan dari sistem transmisi dengan metode *shaft alignment* dan *deflection* yang diukur dengan bantuan dial indikator. *Shaft alignment* dilakukan dengan cara penyelarasan dua sumbu poros antara blok *gearbox* dan blok *shaft intermediate*. Tahap ini dilanjutkan dengan tahap *deflection* pada bagian *crankshaft* dengan tujuan memperbaiki penyimpangan yang melebihi batas standar akibat pengoperasian. Data yang didapat dari kedua metode tersebut dapat digunakan untuk meminimalisir getaran pada saat melakukan pengujian *vibrasi* yang toleransi nilai untuk getaran adalah 2 Hz hingga 300 Hz pada saat kapal beroperasi sehingga dapat meningkatkan kenyamanan para penumpang serta awak kapal.

**Kata kunci:** *Shaft Alignment, Deflection, Dial Indikator*

## Abstract

This research was done with the goal of minimising noise and vibrations resulting from the transmission system using the shaft alignment and deflection method which was measured with the help of a dial indicator. Shaft alignment is carried out by aligning the two axes located between the gearbox block and the intermediate shaft block. This stage is then continued with the deflection stage in the crankshaft of the skip with the aim of correcting deviations that exceed standard limits. Data obtained from these two methods can be used to minimise vibrations when carrying out vibration tests where the tolerance value for vibration is 2 to 300 Hz when the ship is operating so as to increase the comfort of passengers and crew.

**Keywords:** *Shaft Alignment, Deflection, Dial Indicator*

## Pendahuluan

Secara umum, kapal memiliki sistem propulsi atau sistem penggerak yang terdiri dari mesin penggerak utama, transmisi dan alat gerak. Pada setiap sistem transmisi, dipasang *gearbox* pada bagian *main engine* sebagai alat penyalur tenaga ke *propeller* agar kapal bisa mendapatkan dorongan untuk melawan hambatan. Pada ujung *gearbox* yang sudah dipasangkan ke *main engine*, dipasang blok kopling yang kemudian dipasang ke blok *shaft intermediate*. Hal ini bertujuan untuk menjaga putaran mesin dan membantu kinerja transmisi [1]. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kebisingan tersebut adalah dengan mengimplementasikan metode *shaft alignment* pada *gearbox* dan metode *deflection* pada *crankshaft main engine*.

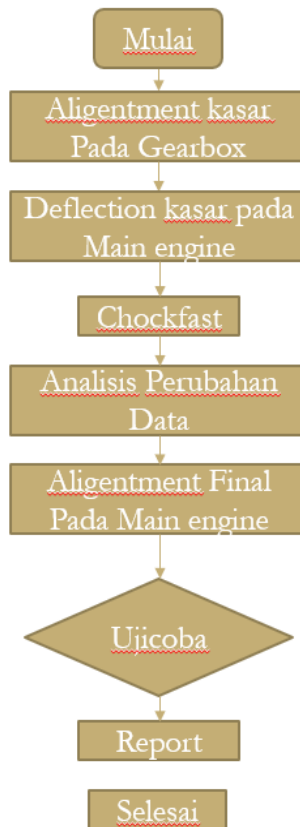
*Shaft alignment* adalah proses penyelarasan dua sumbu poros lurus antara blok *gearbox* dan blok *shaft intermediate* untuk meminimalisir getaran yang terjadi. Poros antara *gearbox* dan *shaft intermediate* harus disambung menggunakan komponen penghubung yang disebut blok kopling [2]. *Shaft alignment* dilakukan dengan menentukan letak sumbu penggerak mesin utama kapal serta letak *intermediate bearings* dan *stern tube bearings* [3]. Setelah tahap ini selesai, dilanjutkan dengan proses penyelarasan defleksi pada *crankshaft main engine* karena pengaruhnya terhadap kinerja operasional mesin utama kapal. Proses ini diperlukan karena dengan penggunaan mesin utama kapal, komponen *crankshaft* dapat mengalami defleksi yang dapat mempengaruhi performa kapal jika melewati batas toleransi yang sudah ditentukan oleh vendor [4]. Adapun batasan masalah pada penelitian ini mencakup:

1. Apa saja yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kebisingan dan getaran yang dihasilkan dari sistem transmisi serta mesin utama kapal.
2. Berapa toleransi ideal yang dibutuhkan untuk meminimalisir kebisingan pada kinerja kapal.

Berdasarkan uraian latar belakang yang sudah disampaikan, penelitian ini memiliki tujuan spesifik mengkaji pengurangan getaran pada sistem propulsi menggunakan metode *alignment* dan *deflection*.

## 1. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan meminimalisir kebisingan dan getaran yang dihasilkan dari sistem transmisi serta mesin utama kapal dengan metode *shaft alignment* dan *deflection* yang diukur dengan bantuan *dial* indikator dan *vibration meter*. Metode *shaft alignment* dan *deflection* dipilih berdasarkan beberapa keunggulannya dibandingkan metode lainnya, beberapa dari keunggulannya adalah jumlah waktu yang dibutuhkan yang relatif sedikit (umumnya hanya memakan waktu 1 sampai 2 hari). Selain itu, ongkos yang dikeluarkan untuk metode ini relatif murah dibandingkan metode lainnya.



**Diagram 2.1.** Flowchart Proses Alignment

Prosedur ini menggunakan diagram alur agar mempermudah proses dalam reduksi getaran pada sistem propulsi kapal. Berikut penjelasan Langkah-langkah yang akan dilakukan

### A. Mulai

Pada tahapan awal pastikan *main engine*, *gearbox*, dan *shaft intermediate* sudah di *joint* serta menyiapkan alat yang diperlukan untuk melakukan pengukuran seperti *dial* indikator.

B. *Alignment* kasar

Proses *alignment* kasar pengukuran antara blok kopling dan *shaft intermediate* menggunakan *dial* indikator yang berfungsi sebagai parameter pengukuran untuk mencari nilai toleransi yang sudah ditentukan oleh perusahaan adalah 0 hingga 0,05mm (0,002 inci).



**Gambar 2.1.** *Flowchart Proses Alignment*

C. *Deflection* kasar

Proses *deflection* kasar adalah pengukuran yang dilakukan pada celah antara masing-masing crank pin menggunakan *dial* indikator yang berfungsi sebagai parameter pengukuran untuk mencari nilai toleransi yang sudah ditentukan perusahaan yang nilainya 0 hingga 0,025mm.



**Gambar 2.2.** *Flowchart Proses Alignment*

D. *Chockfast*

*Chockfast* adalah senyawa kimia yang berfungsi sebagai pengeras setiap kaki-kaki (*mounting*) mesin dan *gearbox* dan berfungsi juga sebagai peredam dari getaran mesin dan *gearbox*.

E. Analisis perubahan data

Proses analisis dilakukan setelah 24 jam setelah *chockfast* kering, maka akan dilakukan pengukuran ulang untuk memastikan tidak ada perubahan ukuran dari metode *alignment* dan *deflection*. Proses ini dilakukan karena selama 24 jam kapal berada diatas air yang otomatis hasil pengukuran sebelumnya akan berubah karena dampak dari pergerakan air laut.

F. *Alignment* dan *Deflection final*

Setelah melakukan analisis perubahan data maka akan dilakukan pengukuran ulang untuk menyesuaikan dengan nilai toleransi yang sesuai.

G. Uji coba

Pada proses uji coba ini kapal akan melakukan *sea trial* sebagai *test* terakhir kapal kedatangan *crew*. Pada saat *sea trial* pengujian reduksi getaran akan dilakukan pada *engine room*, *crew room*, *mess room*, dan *wheel house* menggunakan alat *vibrate* meter yang akan menunjukkan nilai dari getaran dan kebisingan.

H. *Report*

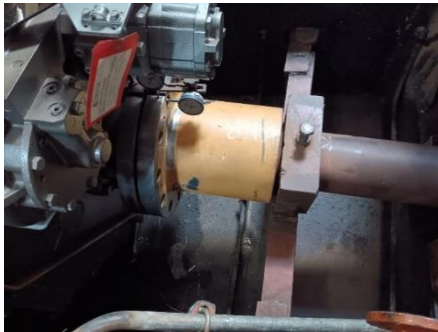
Pada tahap terakhir akan dilakukan penilaian untuk berapa nilai getaran dan kebisingan, dari reduksi getaran menggunakan metode *alignment* dan *deflection*, jika pada saat penguruan di awal sesuai dengan toleransi maka kapal dan *crew* tidak adak terkena dampak dari getaran dan kebisingan tersebut.

## 2. Analisa dan Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah meminimalisir kebisingan dan getaran yang dihasilkan dari sistem transmisi serta mesin utama kapal dengan metode shaft alignment dan deflection yang diukur dengan bantuan *dial* indikator dan *vibration* meter.

### A. Analisa perubahan data menggunakan metode *Alignment*

Pada metode reduksi getaran menggunakan metode *Alignment*, blok kopling dipasangkan dengan *dial indicator* sebagai alat pengukur yang di letakan pada bagian *axial* dan *radial*. Pengukuran ini dilakukan dengan cara memutar kedua blok searah jaurn jam secara bersamaan. putaran ini dibagi menjadi arah jam 12, 3, 6, dan 9 sehingga nanti akan menunjukkan nilai dari kemiringan yang dapat mempengaruhi getaran pada kapal nantinya.



Gambar 3.1. Dial Indikator



Gambar 3.2. Posisi Dial Indikator

Pengukuran ini dilakukan untuk mencari nilai yang sesuai dengan toleransi yang sudah ditetapkan perusahaan ataupun *vendor*. Penilaian ini akan terus dicari hingga mendapatkan nilai yang sesuai dengan toleransi. Seperti data dibawah ini terlihat perbedaan yang sebelumnya tidak sesuai setelah dilakukan beberapa kali percobaan akhirnya mendapatkan nilai yang sesuai dengan toleransi.

INSPECTION SHEET OF FACE GAP SHAFT COUPLING

Note: The allowable tolerance of face gap: less than 0.05 mm (or 0.002 inch)

POSITION	A	B	C	D
GAP CLEARANCE (MM)	0	0	+1	0

MARKS: BEFORE CHECK PART

INSPECTION SHEET OF ALIGNMENT SHAFT COUPLING

Note: The allowable tolerance of alignment: less than 0.05 mm (or 0.002 inch)

POSITION	A	B	C	D
THICKNESS CLEARANCE (MM)	0	+7	+5	+2

Gambar 3.3. Data before (Sumber: Data perusahaan)

INSPECTION SHEET OF FACE GAP SHAFT COUPLING

Note: The allowable tolerance of face gap: less than 0.05 mm (or 0.002 inch)

POSITION	A	B	C	D
GAP CLEARANCE (MM)	0	0	+1	+1

MARKS: AFTER CHECK PART

INSPECTION SHEET OF ALIGNMENT SHAFT COUPLING

Note: The allowable tolerance of alignment: less than 0.05 mm (or 0.002 inch)

POSITION	A	B	C	D
THICKNESS CLEARANCE (MM)	0	0	+2	+1

Gambar 3.4. Data after (Sumber: Data perusahaan)

AXIAL			RADIAL		
PUTARAN	BEFORE	AFTER	PUTARAN	BEFORE	AFTER
12	0	0	12	0	0
3	0	0	3	+3	0
6	+1	+1	6	+5	+2
9	0	+1	6	+2	+1

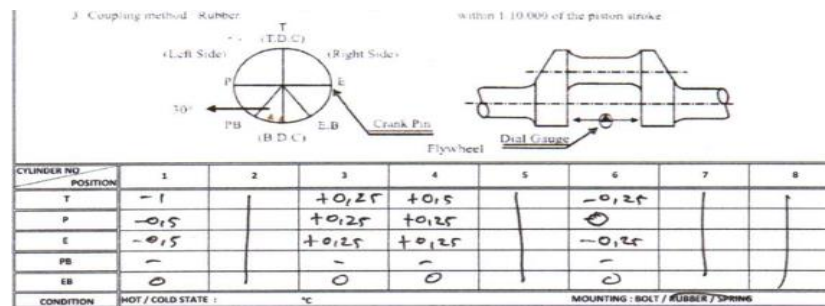
Gambar 3.5. Tabel Data Before After Axial dan Radial

Data toleransi yang diterapkan oleh perusahaan untuk metode *alignment* adalah nol atau tidak lebih dari 0,05 mm (0,002 inci) dengan simbol positif (+). Pada tabel gambar 3.5 data *before radial* tertulis +5 (0,005 inci) sehingga memerlukan percobaan berulang kali untuk mendapatkan hasil untuk *alignment final* adalah +2 (0,002 inci).

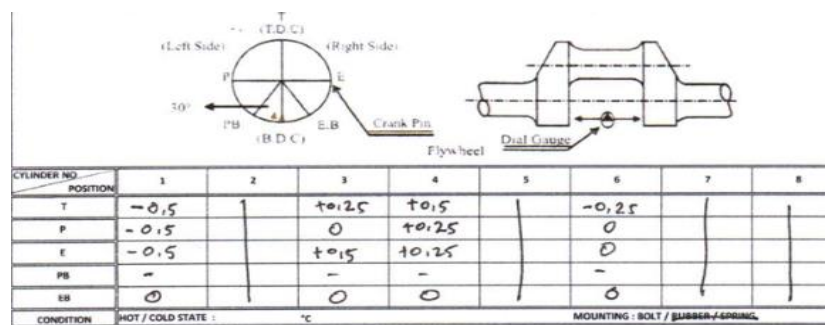
### B. Analisa perubahan data menggunakan metode *deflection*

Pada saat proses reduksi menggunakan metode *deflection*, *dial* indikator berfungsi sebagai alat pengukur kemiringan *crank pin*. Pengukuran ini dilakukan dengan cara memutar *flywheel* searah jarum jam dan *Mounting bolt* serta *dial* indikator diletakkan diantara masing-masing *crank pin*, putaran ini akan membentuk pola seperti bentuk bintang karna sesuai dengan posisi *crank pin* didalam *main engine*.

Pengukuran ini dilakukan untuk mencari nilai yang sesuai dengan toleransi yang sudah ditetapkan perusahaan ataupun *vendor*. Penilaian ini akan terus dicari hingga mendapatkan nilai yang sesuai dengan toleransi. Seperti data dibawah ini terlihat perbedaan yang sebelumnya tidak sesuai setelah dilakukan beberapa kali percobaan akhirnya mendapatkan nilai yang sesuai dengan toleransi.



Gambar 3.6. Data before (Sumber: Data Perusahaan)



Gambar 3.7. Data After (Sumber: Data Perusahaan)

BEFORE						
PUTARAN DAN NO. SILINDER	1	2	3	4	5	6
T	-1	-	+0,25	+0,5	-	-0,25
P	-0,5	-	+0,25	+0,25	-	0
E	-0,5	-	+0,25	+0,25	-	-0,25
EP	-	-	-	-	-	-
EB	0	-	0	0		0

**Gambar 3.8.** Tabel Before Deflection

AFTER						
PUTARAN DAN NO. SILINDER	1	2	3	4	5	6
T	-0,5	-	+0,25	+0,5	-	-0,25
P	-0,5	-	0	+0,25	-	0
E	-0,5	-	+0,15	+0,25	-	0
EP	-	-	-	-	-	-
EB	0	-	0	0		0

**Gambar 3.9.** Tabel After Deflection

Data yang diterapkan oleh perusahaan untuk metode *Deflection* adalah 0 hingga 0,025 mm dengan simbol positif (+) untuk silinder dalam keadaan terbuka dan negatif (-) untuk silinder dalam keadaan tertutup. Pada gambar 3.8 tabel data *Before Deflection* putaran T silinder nomor 1 mendapatkan nilai -1 mm yang tidak sesuai toleransi, maka diperlukan untuk mengatur ketinggian dudukan mesin (*mounting bolt*) agar mendapatkan hasil yang tidak jauh dari nilai toleransi, sehingga pada saat setelah *Chockfast* mejadi padat akab mendapatkan perubahan hasil seperti pada gambar 3.9 tabel *After deflection* mendapatkan naii -0,5 mm. Untuk putaran *Flywheel* sama seperti metode *Deflection* searah jarum jam, yang membedakan adalah penggunaannya T, P, E, dan D (EP, ED) sebagai titik utama 0.

### C. Chockfast

*Chockfast* merupakan cairan kimia yang terdiri dari dua bagian yaitu resin dan *hardener*, *chockfast* memiliki karakteristik mudah padat dan antikorosi sehingga dapat berfungsi meredam getaran yang dihasilkan oleh *main engine* pada saat kapal sedang bergerak serta menjaga *mounting bolt* tidak cepat berkarat. Proses *chockfasts* dilakukan setelah pengukuran dengan kedua metode sebelumnya selesai.



**Gambar 3.10.** Chockfast Orange



**Gambar 3.11.** Chockfast Pada Mounting

#### D. Proses pengujian getaran

Pengujian getaran dilakukan untuk meminimalisir getaran yang terjadi pada saat mesin bergerak dan menjaga agar komponen-komponen kapal tidak terlepas, proses ini berlangsung pada saat kapal sedang dalam pengujian olah gerak (*sea trial*). Tahapan ini dilakukan dengan menggunakan alat *vibrate* mater yang memiliki fungsi untuk mengukur nilai dari getaran dan kebisingan yang dihasilkan pada ruangan tertentu seperti *engine room*, *mess room*, *crew room*, dan *wheel house*. Hasil yang didapat dari kebisingan dan getaran yang setelah melalui proses *Alignment* dan *Deflection* untuk *engine room* adalah 104.0 dB hingga 110 dB dan 15.2 Hz hingga 20 Hz seperti pada gambar 3.12 *report* kebisingan dan getaran.

<b>Engine Room</b>	
<b>Desibel</b>	<b>: 104.0 dB</b>
<b>Vibration</b>	<b>: 15.2 Hz</b>
<b>Max Noice</b>	<b>: 110 dB</b>
<b>Max Vibration</b>	<b>: 20 Hz</b>

**Gambar 3.12.** *Report* Kebisingan dan Getaran (Sumber: Data perusahaan)

Nilai toleransi untuk getaran adalah 2 Hz hingga 300 Hz. Penentuan nilai toleransi dari getaran berdasarkan aturan yang sudah ditetapkan oleh perusahaan berdasarkan riset lapangan yang mendalam dengan pihak-pihak tertentu guna untuk kelayakan kapal dan kenyamanan *crew* kapal.

#### 6. Vibrations

##### 6.1 GeneralGeneral

6.1.1 Machinery, equipment and hull structures are normally subjected to vibration stresses. Design, construction and installation shall in every case take account of these stresses.

The faultless long-term service of individual components shall not be endangered by vibration stresses.

Guidance for Recommendations (Pt.1, Vol.AC) Sec.9, R -167 may be taken into account for identify the vibration issues and recommended remedial measures.

6.1.2 For vibrations generated by an engine or other device the intensity shall not exceed defined limits. The purpose is to protect the vibration generators, the connected assemblies, peripheral equipment and hull components from additional, excessive vibration stresses liable to cause premature failures or malfunctions.

6.1.3 The following provisions relate the vibrations in the frequency range from 2 to 300 Hz. The underlying assumption is that vibrations with oscillation frequencies below 2 Hz can be regarded as rigidbody vibrations while vibrations with oscillation frequencies above 300 Hz normally occur only locally and may be interpreted as structure-borne noise. Where, in special cases, these assumptions are not valid (e.g. where the vibration is generated by a gear pump with a tooth meshing frequency in the range above 300 Hz) the following provisions are to be applied in analogous manner.

**Gambar 3.13** Data Regulasi Toleransi Getaran (Sumber: Data Perusahaan)

### 3. Kesimpulan

Sistem propulsi kapal terdiri dari *main engine*, *propeller*, transmisi, dan *gearbox*. Setiap sistem transmisi yang menghubungkan *gearbox* dengan *main engine* sebagai penghubung dengan *propeller* sehingga *main engine* dapat mendorong kapal untuk bergerak maju dan mundur. Studi ini bertujuan untuk mengurangi kebisingan dan getaran yang dihasilkan oleh sistem transmisi. Ini dilakukan dengan menggunakan teknik *alignment* dan *deflection* yang diukur dengan *dial* indikator. *Shaft alignment* dilakukan dengan menyelaraskan dua sumbu poros antara blok *shaft intermediate* dan blok *gearbox*. Setelah tahap ini, tahap *deflection* pada bagian *crankshaft* dilakukan dengan pengukuran kemiringan setiap celah *Crankpin*. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memperbaiki penyimpangan yang terjadi selama proses pengoperasian yang melebihi batas normal. Dalam pengujian vibrasi, nilai toleransi getaran dari 2 Hz hingga 300 Hz dapat digunakan untuk mengurangi getaran. Ini dapat meningkatkan kenyamanan para penumpang dan awak kapal dengan mengurangi getaran saat kapal beroperasi.

### 5. Daftar Pustaka

- [1] Gangemi Peter J., Kanapathipillai, Sangarapillai (2016). Submarine structural and acoustic attenuation
- [2] Darmawan, Deni D., Widodo, Achmad. (2016). MISALIGNMENT KOPLING DENGAN ANALISIS SINYAL GETARAN KONDISI STEADY STATE MENGGUNAKAN METODE REVERSE
- [3] Choi, Shin-Pyo., Lee, Jae-Ung (2021). Application of Deep Reinforcement Learning to Predict Shaft Deformation Considering Hull Deformation of Medium-Sized Oil/Chemical Tanker
- [4] Putera, Raka Maulana., Widyanto, Susilo Adi (2022). RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKURAN DEFLEKSI CRANKSHAFT DENGAN PERANGKAT APLIKASI PENAMPIL POLA DEFLEKSI