

ANALISIS BATAS TOLERANSI ALIGNMENT ANTARA POROS MOTOR LISTRIK DAN POROS FRESH WATER COOLING PUMP DI PT.PINDAD (PERSERO)

Soesanto & Akhmad Farid

Jurusan Teknik Mesin Universitas Widya Gama Malang

Email : soesanto@pindad.com

ABSTRAK

Dalam perawatan mesin-mesin industri diperlukan pengetahuan yang memadai dan terperinci dalam pengetahuan tata cara pelurusan poros untuk mengatasi kerusakan pada mesin yang mengakibatkan pendeknya usia mesin tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis pengambilan data untuk batas toleransi alignment antara poros motor listrik dan poros pompa. Tujuan dilakukan analisis ini untuk mengetahui toleransi alignment yang diijinkan antara poros motor listrik dan poros pompa, dengan kecepatan putaran motor listrik yaitu 2000 - 3000 (rpm). Serta untuk mengetahui besarnya penyimpangan ketidaklurusan offset dan angular yang terjadi antara poros motor listrik dan poros pompa yaitu pada pompa 1 diketahui bahwa nilai hasil perhitungan offset dan angular pada bidang vertikal yaitu 0,36 mm dan 0,97 mm/100. Sedangkan pada bidang horizontal nilainya yaitu 0,36 mm dan 0,017 mm/100. Kemudian pada pompa dua (2) diketahui bahwa nilai hasil perhitungan offset dan angular pada bidang vertikal yaitu 0,065 mm dan 0,609 mm/100. Sedangkan pada bidang horizontal nilainya yaitu 0,065 mm dan 0,01 mm/100. Maka perlu untuk dilakukan perbaikan reposisi terhadap kaki motor untuk mengurangi penyimpangan offset dan angular yang terjadi antara poros motor listrik dan poros pompa.

Kata Kunci : *perawatan, poros motor listrik, poros pompa, kesatusumbuan, reposisi*

PENDAHULUAN

Alignment adalah suatu pekerjaan atau proses mensimetriskan kedua objek atau sumbu poros sehingga sentris antara poros penggerak dengan sumbu poros yang digerakan dengan dua tumpuan saling berkaitan (Vietsch, 2011). Tetapi dalam kenyataannya pengertian lurus tidak bisa didapatkan 100% sehingga harus diberikan toleransi kurang dari 0,05 mm, untuk mendapatkan kesentrisan antara kedua poros pemutaran dan poros yang diputar hingga tidak menimbulkan gesekan, getaran, dan faktor-faktor lainnya.

Alignment dapat meminimalisir atau menghindari kemungkinan terjadinya proses memperpendek umur sebuah mesin yang tentu akan mengurangi beban operasional perbaikan mesin anda. Keandalan unit produksi suatu perusahaan yang didalamnya terdiri dari berbagai macam unit mesin sangatlah didambakan oleh seluruh pengelolanya dan *ownernya*, agar hasil produksi selalu mencapai target yang telah ditentukan.

Dalam dunia pendidikan sekarang ini pentingnya melakukan pengujian *alignment* pada praktek perawatan mesin industri menjadi hal yang perlu dilakukan. Hal ini disebabkan karena banyak jenis instalasi dan perlengkapan yang harus dihubungkan ke perlengkapan lain sebelum dapat dioperasikan, sebagaimana pompa, tidak dapat beroperasi sendiri.

Untuk beroperasi, pompa harus dihubungkan ke sebuah motor atau sumber tenaga

lain. Oleh karena itulah, hubungan antara poros pompa dan poros motor merupakan hal yang sangat penting. Sedangkan fungsi kopling digunakan di sini adalah untuk meneruskan daya dan putaran dari poros penggerak ke poros yang digerakkan, dimana posisi sumbu poros yang dihubungkan oleh kopling tetap harus berada pada satu garis lurus. Agar kopling bekerja secara benar atau sempurna, komponen-komponennya harus berada dalam kondisi baik, dan perlengkapannya harus diluruskan secara tepat sehingga garis sumbu kedua poros tersebut membentuk satu garis lurus yang tidak terputus.

Penempatan kopling dan poros disebut pelurusan poros (*shaft alignment*). Posisi sumbu poros yang tidak berada pada satu garis lurus disebut dengan ketidaksesumbuan (*mis-alignment*). Ketidaksesumbuan kopling tetap akan mengakibatkan timbulnya getaran, getaran yang berlebihan dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen mesin. Kondisi ketidaksesumbuan ini merupakan masalah yang sering terjadi pada instalansi mesin. Karena itu dalam perawatan pada mesin-mesin industri sangat diperlukan pengetahuan yang memadai dan terperinci dalam pengetahuan tata cara meluruskan antara poros motor dan pompa yang bertujuan untuk merawat dan mengatasi kerusakan pada mesin yang mengakibatkan pendeknya umur mesin tersebut.

Permasalahan yang dibahas dalam artikel ini adalah tentang besarnya penyimpangan yang biasa terjadi antara sumbu poros pompa dan poros

motor, batas toleransi yang diijinkan, dan cara melakukan reposisi ketidaksesumbuan yang terjadi. Pengetahuan tentang cara penanganan permasalahan ini dapat digunakan untuk mengenali sebab-sebab ketidaksesumbuan poros, dan cara menjaga kinerja sistem pompa untuk tetap dalam kondisi handal, efisien dan terawat bagus.

METODOLOGI

Pelaksanaan analisis ketidaksesumbuan poros pompa dan poros motor dilakukan dengan cara mengambil data perawatn berkala terhadap beberapa jarak variabel ukur berikut :

- Y : Rim dial (DIR) nilai bacaan total dari dial indikator disisi kopling.
- F : Face dial (DIF) nilai bacaan total dari dial indikator dipermukaan kopling.
- B : Jarak antara kaki dalam ke kopling driver.
- C : Jarak antara kopling driver dan kopling driven.
- H : Diameter kopling.

Data perawatn tersebut diambil dari 2 buah pompa yang digunakan pada *motor and fresh water cooling pumps* PT. Pindad (Persero). Data-data tersebut diolah sebagai data *time series* dan dianalisis mengikuti perhitungan beberapa parameter berikut :

A. Offset dan Angular Mis-Alignment

1) Pada Bidang *Vertikal*

$$\text{Offset Mis - Alignment} = \frac{Y}{2}$$

$$\text{Angular Mis - Alignment} = \tan^{-1}\left(\frac{F}{H}\right)$$

2) Pada Bidang *Horizontal*

$$\text{Offset Mis - Alignment} = \frac{Y}{2}$$

$$\text{Angular Mis - Alignment} = \frac{F}{H}$$

B. Perhitungan Koreksi Alignment Horizontal

$$\text{Kaki Dalam Motor Penggerak} = \frac{F(B+C)}{H} - (Y)$$

$$\text{Kaki Luar Motor Penggerak} = \frac{F(A+B+C)}{H} - (Y)$$

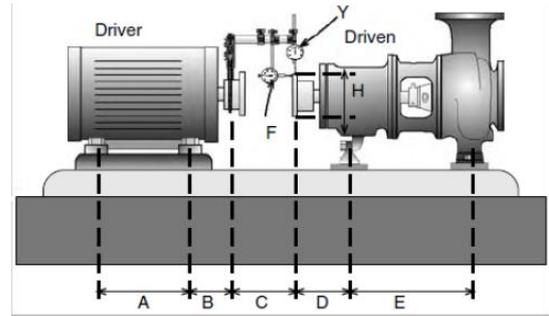
C. Perhitungan Koreksi Alignment Vertikal

$$\text{Kaki Dalam Motor Penggerak} = \left[\left(\frac{F}{H}\right)B\right] + \frac{1}{2}(Y)$$

$$\text{Kaki Luar Motor Penggerak} = \left[\left(\frac{F}{H}\right)(B+C)\right] + \frac{1}{2}(Y)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Posisi pengukuran ideal dari hubungan poros pompa dan poros motor ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil pengukuran jarak kaki ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil pembacaan *dial indicator* ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil pengukuran kelurusan ditampilkan pada Tabel 3.



Gambar 1. Acuan pengukuran kaki motor, pompa dan kopling (Lawrence, 2009)

Tabel 1. Daftar Ukuran Acuan

No	Item	Deskripsi	Nilai (mm)
1	A	Jarak Antara Kaki Luar Dan Kaki Dalam Driver	210
2	B	Jarak Antara Kaki Dalam Ke Kopling Driver	180
3	C	Jarak Antara Kopling Driver Dan Kopling Driven	45
4	D	Jarak Antara Kopling Dan Kaki Dalam Driven	75
5	E	Jarak Antara Kaki Dalam Dan Kaki Luar Driven	260
6	H	Diameter Kopling	110

(Hasil pengukuran)

Tabel 2. Data Pembacaan Dial Indikator

Item	Deskripsi	Pompa 1			Pompa 2		
		Sep (mm)	Okt (mm)	Nov (mm)	Sep (mm)	Okt (mm)	Nov (mm)
TF	Top Axial	0	0	0	0	0	0
RF	Right Axial	+1,45	+2,01	+2,59	+0,35	+0,61	+0,82
LF	Left Axial	-0,42	-0,47	+0,67	+0,43	+0,53	+0,75
BF	Bottom Axial	+1,03	+1,54	+1,92	+0,78	+1,14	+1,57
TY	Top Radial	0	0	0	0	0	0
RY	Right Radial	-0,25	-0,28	-0,30	+0,07	+0,012	+0,2
LY	Left Radial	+0,51	+0,76	+1,02	-0,02	-0,03	-0,07
BY	Bottom Radial	+0,26	+0,48	+0,72	+0,05	+0,09	+0,13

(Hasil pengukuran)

Tabel 3. Data Pengukuran Kelurusan

Jarak	Bulan&Tahun	Pompa 1	Pompa 2
A (mm)	-	210	210
B (mm)	-	180	180
C (mm)	-	45	45
D (mm)	-	75	75
E (mm)	-	260	260
H (mm)	-	110	110
F (mm)	September 2016	+1,03	+0,78
	Oktober 2016	+1,54	+1,14
F (mm)	November 2016	+1,92	+1,17
Y (mm)	September 2016	+0,26	+0,05
	Oktober 2016	+0,48	+0,09
Y (mm)	November 2016	+0,72	+0,13

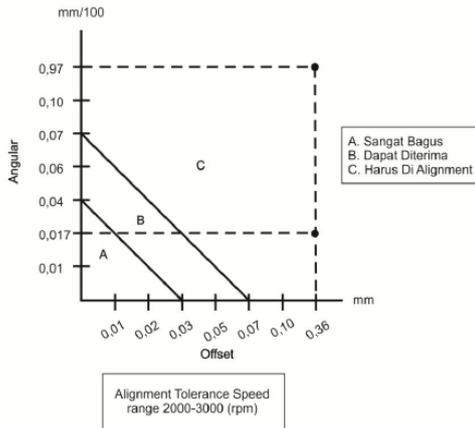
(Hasil pengukuran)

Data-data tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan *offset* dan ketidaklurusan angular. Hasil perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan batas toleransi yang menjadi acuan (Tabel 4).

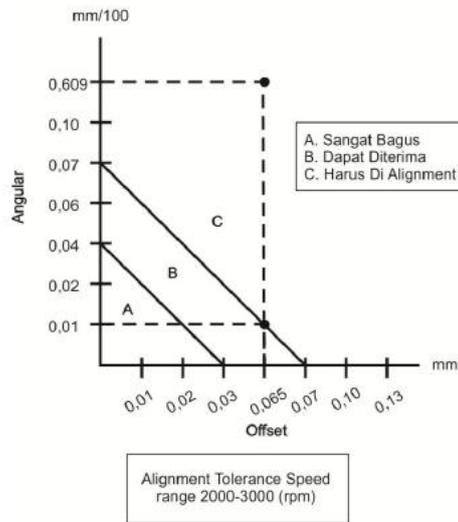
Tabel 4. Hasil Perhitungan dan Analisis Toleransi

Plane	Standart Toleransi Offset (mm)		Nilai Offset (mm)		Keterangan	
	Excellent	Acceptable	Pompa 1	Pompa 2	Pompa 1	Pompa 2
Vertical	0,03	0,07	0,36	0,065	Tidak Masuk	Masuk
Horizontal	0,03	0,07	0,36	0,065	Tidak Masuk	Masuk
Plane	Standart Toleransi Angular (mm/100)		Nilai Angular (mm/100)		Keterangan	
	Excellent	Acceptable	Pompa 1	Pompa 2	Pompa 1	Pompa 2
Vertical	0,04	0,07	0,97	0,609	Tidak Masuk	Tidak Masuk
Horizontal	0,04	0,07	0,017	0,01	Masuk	Masuk

Hasil analisis toleransi tersebut akan lebih tampak jika ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Analisis kelurusan pompa 1



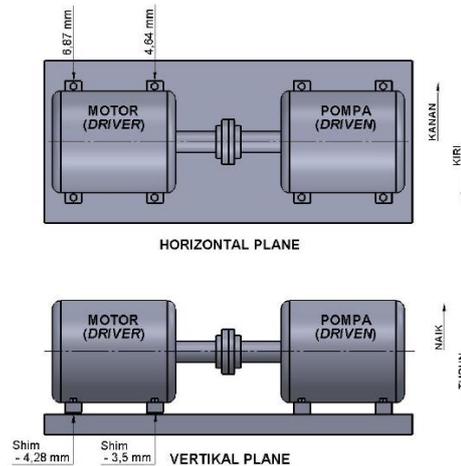
Gambar 3. Analisis kelurusan pompa 2

Dari tabel dan grafik analisis diatas diketahui bahwa nilai hasil perhitungan *offset* dan *angular* pada pompa satu (1), hanya nilai pada bidang *horizontal* saja yang masuk dalam batas toleransi yang diijinkan (*acceptable*) yaitu 0,017 mm. Sedangkan nilai perhitungan *offset* dan *angular* pada pompa dua (2), hanya nilai pada bidang *vertikal* saja yang tidak masuk dalam batas toleransi yang diijinkan (*acceptable*) yaitu 0,609 mm. Sehingga untuk memperbaiki ketidaklurusan atau *mis-alignment* tersebut perlu untuk dilakukan reposisi kaki-kaki motor pada pompa 1 dan pompa 2. Hasil hitungan reposisi adalah sebagai berikut :

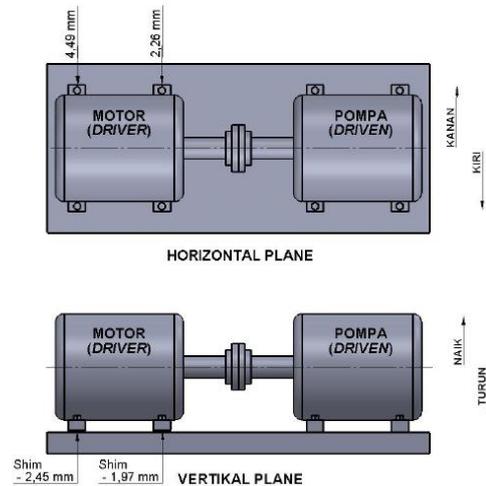
Tabel 5. Hasil Perhitungan Reposisi Kaki Pompa dan Motor

Deskripsi	Pompa 1		Pompa 2	
	Horizontal (mm)	Vertikal (mm)	Horizontal (mm)	Vertikal (mm)
Kaki Dalam Motor (IBdr)	+4,64	+3,5	+2,26	+1,97
Kaki Luar Motor (OBdr)	+6,87	+4,28	+4,49	+2,45

Proses reposisi dilakukan dengan cara sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5.



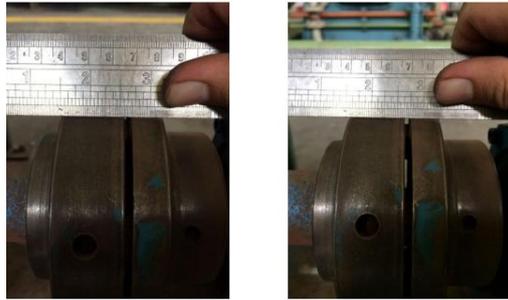
Gambar 4. Proses reposisi pompa 1



Gambar 5. Proses reposisi pompa 2

Dari hasil pengukuran dan perhitungan koreksi *alignment* menggunakan dial indikator serta hasil perbaikan reposisi pada kaki-kaki motor, maka selanjutnya dilakukan pengukuran dengan menggunakan metode penggaris dan *feeler gauge* sebagai perbandingan.

Metode penggaris ini digunakan untuk menentukan *parallel gap* antara poros motor dan poros pompa. Prinsipnya dengan mengandalkan ketelitian mata untuk menentukan penyimpangan *alignment*. Berikut contoh hasil dari pengukuran *alignment* menggunakan metode penggaris.



Gambar 6. Proses pengukuran dengan penggaris pada pompa 1 dan 2.

Dari hasil pengukuran diatas dengan menggunakan metode penggaris pada pompa 1 dan pompa 2 didapati bahwa permukaan antara kopling motor dan kopling pompa rata terhadap penggaris, baik pada sisi kiri maupun sisi kanan kopling. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa posisi antara poros motor dan poros pompa lurus dalam satu garis sumbu. Sehingga tidak perlu untuk dilakukan perbaikan *alignment* dengan melakukan reposisi pada kaki-kaki motor maupun pompa.

Metode *feeler gauge* dipakai untuk mengukur aksial gap kopling yang sempit. Prinsipnya dengan cara mengukur gap pada empat posisi jam 12, 3, 6, 9 (atas, kanan, bawah, kiri). Berikut contoh hasil dari pengukuran *alignment* menggunakan metode *feeler gauge*.



Gambar 7. Pengukuran dengan menggunakan *feeler gauge* pada pompa 1 dan 2

Dari hasil pengukuran diatas dengan menggunakan metode *feeler gauge* pada pompa 1 dan pompa 2 didapati bahwa gap antara sela kopling motor dan pompa pada ke empat posisi jam 12, 3, 6, 9 hasilnya sama yaitu untuk total tebal kaliper 2,8 mm, dengan rincian per-kaliper 0,3; 0,4; 0,6; 0,7 dan 0,8. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa posisi antara poros motor dan poros pompa lurus dalam satu garis sumbu. Sehingga tidak perlu untuk dilakukan perbaikan *alignment* dengan melakukan reposisi pada kaki-kaki motor maupun pompa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada pompa satu (1) diketahui bahwa nilai hasil perhitungan *offset* dan *angular* pada bidang *vertikal* yaitu 0,36 mm dan 0,97 mm/100. Sedangkan pada bidang *horizontal* nilainya yaitu 0,36 mm dan 0,017

mm/100. Hanya nilai *angular* 0,017 mm/100 pada bidang *horizontal* saja yang masuk dalam batas toleransi yang diijinkan.

Berdasarkan hasil analisis pada pompa dua (2) diketahui bahwa nilai hasil perhitungan *offset* dan *angular* pada bidang *vertikal* yaitu 0,065 mm dan 0,609 mm/100. Sedangkan pada bidang *horizontal* nilainya yaitu 0,065 mm dan 0,01 mm/100. Hanya nilai *angular* 0,609 mm/100 pada bidang *vertikal* saja yang tidak masuk dalam batas toleransi yang diijinkan.

REKOMENDASI

Mengingat sangat pentingnya dilakukan *alignment* antara poros motor dan poros pompa maka jangan menunggu terjadi kerusakan terlebih dahulu kemudian baru dilakukan perbaikan karena akan memakan waktu perbaikan lebih lama dan biaya perbaikan lebih besar. Adalah perlu untuk dilakukan pemeriksaan *pre-alignment* dan perbaikan secara berkala.

Gunakan metode sinar laser *alignment* untuk memperoleh data hasil pengukuran yang lebih cepat dan akurat serta praktis dalam proses pengoperasiannya, Daripada menggunakan metode *dial indicator* yang membutuhkan waktu untuk menganalisis hasil penyimpangan yang terjadi dengan menggunakan perhitungan-perhitungan dengan rumus.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, Soemarmo. 2005. *Buku Panduan Praktis Alignment Mesin Rotasi*. Trans Media, Jakarta. Chapter 2. Page 11 - 27
- Piotrowski, John. 2007. *Shaft Alignment Handbook Third Edition*. The Ohio State University Columbus, USA. Chapter 3. Page 5 - 20
- Millwright. 2006. *Dasar – Dasar Pelurusan dan Penyetelan Kerataan*. Trans Media, Jakarta. Chapter 3. Page 1 - 10
- Obengbaut. 2016. *Type Mis-alignment*. <https://obengbaut.wordpress.com>. diakses pada 18/10/2016
- Pendekarilusi. 2014. *Alignment*. <http://www.pendekarilusi.com>. diakses pada 18/10/
- Zoair. 2013. *Alignment Handout*. <http://www.alignmenthandout.com>. diakses pada 18/10/2016
- Acoem. 2014. *Rim And Face Metode Overview*. <http://www.alignmentknowledge.com>. Diakses pada 20/10/2016
- Agung. 2012. *Alignment Of Shaft By Dial Indikator*. <http://agung-jelantik.blogspot.co.id> diakses pada 20/10/2016
- Yulianto. 2016. *Shaft Alignment*. <http://kvkvh.blogspot.co.id>. diakses pada 23/10/2016

- Aminudin. 2015. *Toleransi Alignment*. <http://www.scribd.com> diakses pada 25/10/2016
- Fauzan. 2011. *Laporan Kerja Praktek Shaft Alignment*. <http://www.scribd.com> diakses pada 25/10/2016
- Piotrowski. 2013. *The Importance of Shaft Alignment*. <http://www.maintenanceresources.com/referencelibrary/alignment/importance.htm> diakses pada 26/10/2016
- Testindo. 2014. *Konfigurasi Mis-alignment*. <http://www.testindo.com/article/52/konfigurasi-misalignment>. diakses pada 26/10/2016
- Vibrasindo. 2011. *Kesejajaran Poros*. <http://www.vibrasindo.com/blogvibrasi/detail/43/apa-itukesejajaran-poros>. diakses pada 27/10/2016
- Maulana. 2012. *Dial Tekan (Dial Indikator)*. <https://www.scribd.com>. diakses pada 27/10/2016