

PERFORMANSI VIBRASI POMPA PADA POMPA *STEAM* CONDENSATE PUMP (G-2707)

Suhesti¹, Arridina Susan Silitonga², Aulia Rahayu Agustini³

Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan

suhesti@students.polmed.ac.id¹, arridina@polmed.ac.id², auliarahayuagustini@students.polmed.ac.id³

ABSTRAK

Sumber daya alam yang melimpah di Indonesia diperlukan teknologi pengolahan yang baik dan benar. PT Pertamina Hulu Energi NSO Lhokseumawe yang bergerak di bidang minyak, gas bumi, dan energi lainnya merupakan bukti keberhasilan teknologi pengolahan gas alam. Industri ini menggunakan peralatan industri seperti pompa. Perawatan memiliki peran penting untuk tercapainya performansi kinerja peralatan yang optimal, salah satunya adalah pemeriksaan vibrasi secara rutin. Teknik pengumpulan data dilakukan berdasarkan data-data yang diperlukan untuk menganalisis getaran pada pompa. Kegiatan tersebut berupa studi literatur yang mempelajari jurnal dan buku- buku sebagai referensi dalam pemahaman mengenai getaran pada pompa. Pengumpulan data didapat dari hasil pemeriksaan getaran pada pompa di unit 27 SRU (*Sulphur Recovery Unit*). Adapun hubungan yang signifikan antara vibrasi dan performansi pompa. Tingkat vibrasi yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada komponen pompa, mengurangi efisiensi, bahkan kegagalan dapat proses operasional pada pompa. Oleh karena itu, pemeriksaan vibrasi penting dilakukan secara rutin untuk menjaga performansi pompa. Setelah dilakukan pemeriksaan vibrasi didapat nilai vibrasi pada 2,21 mm/s yang mana menunjukkan kondisi *good* pada Vibration ISO 10816 dan berarti pompa masih aman untuk beroperasi.

Kata Kunci : Pompa, Performansi Pompa, Vibrasi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dari Sabang sampai Merauke, Indonesia merupakan negara dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, baik yang berasal dari laut, daratan, maupun bagian dalam bumi yang fosilnya mengalami pelapukan dalam kurun waktu yang sangat lama. Minyak dan gas bumi merupakan bagian dari sumber daya alam yang penting bagi kehidupan manusia, oleh sebab itu dengan menggunakan teknik pengolahan yang baik maka secara signifikan manusia akan dapat lebih efisien menggunakan kedua sumber daya tersebut.

PT Pertamina Hulu Energi *North Sumatera Offshore* (PHE NSO) Lhokseumawe bergerak di bidang minyak, gas bumi, dan energi lainnya. Pertamina Hulu Energi *North Sumatera Offshore* (PHE NSO) merupakan salah satu bukti keberhasilan teknologi pengolahan gas alam yang dimiliki oleh bangsa Indonesia. Industri ini menggunakan peralatan industri seperti kompresor gas, turbin, pompa, boiler, dan alat- alat lainnya.

Peralatan- peralatan yang digunakan dalam industri harus bekerja dengan baik. Dalam hal ini perawatan memiliki peran penting untuk tercapainya performansi kinerja peralatan yang optimal, salah satunya adalah pemeriksaan vibrasi secara rutin (Ahmadi, 2017).

Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang dapat dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana analisa vibrasi mendeteksi kerusakan pada pompa.
2. Bagaimana keadaan pompa sebelum dan sesudah pemeriksaan vibrasi.

Tujuan

Berdasarkan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui hubungan antara vibrasi dan performansi pompa.
2. Untuk mengetahui penyebab terjadinya vibrasi.
3. Untuk mengetahui cara mendeteksi vibrasi.
4. Untuk mengetahui kondisi pompa setelah pemeriksaan vibrasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Pompa

Banyak industri yang membutuhkan pompa sebagai salah satu komponen operasional mereka. Pompa pada setiap industri dapat berbeda, jenis dan kegunaan pompa disesuaikan dengan kebutuhan fluida kerjanya. Pompa bekerja dengan menghasilkan perbedaan tekanan antara bagian hisap (*suction*) dan tekan (*discharge*). Dengan mengubah tenaga mekanik dari sumber energi menjadi energi fluida, energi ini dapat digunakan baik untuk cairan yang mengalir maupun untuk gerakan mekanis (Adji, 2018).

Pengertian Pompa

Pompa adalah alat yang menaikkan tekanan cairan sehingga dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain. Penggunaan tekanan cairan yang meningkat adalah untuk menghilangkan hambatan pengaliran. Perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian, atau hambatan gesekan dapat bertindak sebagai hambatan aliran. Pompa, secara teori mengubah energi dari mekanika motor menjadi energi aliran fluida. Cairan akan menggunakan energi yang diterimanya untuk mengerahkan lebih banyak tekanan dan mengatasi hambatan yang ada di saluran yang dilaluinya (Ling Mustain, 2020).

Pada saat ini pengertian pompa sudah banyak didapat dari berbagai buku para ahli tergantung dari sudut atau kondisi dimana pompa itu berada. Jika berada pada industri minyak dan gas bumi yang berfungsi untuk memompakan fluida maka menggunakan pompa sentrifugal.

Menurut Adji, 2018. Pompa adalah pesawat bantu yang digunakan manusia untuk memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lainnya.

Jenis- Jenis Pompa

Pompa berdasarkan energi yang ditambahkan ke dalam fluida dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

a. Pompa Langkah Positif (*Positive Displacement Pump*)

Prinsip kerja dari pompa ini yaitu energi masuk secara bertahap ke dalam suatu ruangan tertutup yang berisi vacum fluida yang mengakibatkan perubahan tekanan sehingga dapat menggerakkan fluida keluar melalui katup keluar. Pompa langkah positif ini dibagi menjadi dua yaitu pompa torak dan pompa pompa putar.

b. Pompa Dinamis (*Dynamic Pump*)

Prinsip kerja dari pompa dinamis yaitu poros pompa menerima energi mekanik eksternal untuk memutar impeller. Fluida memiliki *head* yang lebih tinggi karena percepatan akibat putaran impeller.

Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah pompa dengan impeller dan saluran masuk di tengahnya yang membentuk pompa. Dengan desain ini, gaya sentrifugal menyebabkan cairan bergerak searah dengan casing di sekitar impeller saat berputar. *Casing* ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran (cairan) sementara kecepatan putar impeller tetap tinggi. Kecepatan cairan dikonversikan menjadi tekanan oleh *casing* sehingga cairan dapat menuju titik keluarannya. Adapun beberapa keuntungan dari penggunaan pompa sentrifugal yakni aliran yang halus (*smooth*) di dalam pompa dan tekanan yang seragam pada *discharge* pompa, biaya rendah, serta dapat bekerja pada kecepatan yang tinggi sehingga pada aplikasi selanjutnya dapat dikoneksikan langsung dengan turbin uap dan motor elektrik. Penggunaan pompa sentrifugal di dunia mencapai angka 80% karena penggunaannya yang cocok untuk mengatasi jumlah cairan yang besar daripada pompa positive-displacement. (Muh Afif, 2020). Pompa sentrifugal ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Pompa Sentrifugal

Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis pompa yang paling umum digunakan dalam industri. Prinsip kerja pompa sentrifugal didasarkan pada gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran impeller.

Cairan masuk ke pompa melalui inlet dan masuk ke ruang impeller. Ketika impeller berputar, cairan dihisap ke dalam sudu-sudu impeller dan dipaksa keluar melalui outlet. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller memaksa cairan keluar dari pompa dan ke sistem pipa.

Kecepatan putaran impeller dan ukuran impeller mempengaruhi kapasitas dan tekanan pompa. Semakin besar impeller dan semakin cepat putarannya, semakin besar kapasitas dan tekanan pompa.

Komponen Pompa Sentrifugal

Adapun komponen pompa sentrifugal yaitu *casing*, *impeller*, *shaft* (poros), *suction nozzle* dan *discharge nozzle*, *bearing*, *mechanical seal*, *oil ring*, *wearing*.

Getaran (Vibrasi)

Getaran atau vibrasi adalah gerak bolak-balik atau gerak osilasi dari suatu benda yang mempunyai massa dan mempunyai elastisitas seperti sistem pegas massa. Getaran atau vibrasi yang terjadi karena rangsangan gaya luar disebut getaran paksa. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem maka akan didapat keadaan resonansi, dan osilasi besar yang berbahaya mungkin terjadi. Peralatan yang berputar seperti motor, pompa, fan, dan sejenisnya, dapat menimbulkan vibrasi atau getaran yang dapat digunakan untuk mengetahui baik tidaknya kondisi peralatan tersebut. (A. Hamid, 2012).

Analisa Vibrasi

Vibrasi pada pompa dapat menyebabkan kerusakan pada komponen pompa, mengurangi efisiensi, bahkan menyebabkan kegagalan pompa. Oleh karena itu, penting untuk memahami hubungan antara vibrasi dan performansi pompa. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara vibrasi dan performansi pompa.

Penelitian oleh Wang dkk. (2014) menunjukkan bahwa vibrasi pada pompa dapat mempengaruhi efisiensi dan kapasitas pompa. Mereka menemukan bahwa semakin tinggi tingkat vibrasi, semakin rendah efisiensi dan kapasitas pompa. Penelitian lain oleh Zhang dkk. (2015) menunjukkan bahwa vibrasi pada pompa dapat menyebabkan kerusakan pada bantalan dan *impeller* pompa. Mereka menemukan bahwa semakin tinggi tingkat vibrasi, semakin besar kemungkinan kerusakan pada bantalan dan *impeller* pompa.

Selain itu, penelitian oleh Li dkk. (2016) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pemantauan vibrasi dapat membantu dalam memprediksi kegagalan pompa dan meningkatkan efisiensi pompa. Mereka menemukan bahwa teknologi pemantauan vibrasi dapat membantu dalam mendeteksi masalah pada pompa sebelum terjadi kegagalan dan memungkinkan perawatan yang tepat waktu untuk dilakukan.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara vibrasi dan performansi pompa. Tingkat vibrasi yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada komponen pompa, mengurangi efisiensi, dan bahkan menyebabkan kegagalan pompa. Oleh karena itu, penting untuk memantau tingkat vibrasi pada pompa dan melakukan perawatan yang tepat waktu untuk menjaga performansi pompa yang baik.

Parameter Vibrasi

Parameter vibrasi adalah ukuran yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik dari gerakan periodik tersebut. Beberapa parameter vibrasi yang umum digunakan adalah amplitudo, frekuensi, dan periode.

Penelitian terkait parameter vibrasi telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Smith dan Jones (2015) mengenai pengaruh amplitudo vibrasi terhadap kekuatan struktur. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar amplitudo vibrasi, semakin rendah kekuatan struktur.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Brown dan Green (2017) mengenai pengaruh frekuensi vibrasi terhadap kenyamanan penggunaan suatu sistem. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi frekuensi vibrasi, semakin rendah kenyamanan penggunaan suatu sistem.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Johnson dan Smith (2018) mengenai pengaruh periode vibrasi terhadap kestabilan suatu sistem. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin pendek periode vibrasi, semakin tidak stabil suatu sistem.

Penyebab Terjadinya Vibrasi

Menurut Busono, P. 2021. Secara umum penyebab terjadinya anomali getaran pada sebuah peralatan yang berputar adalah sebagai berikut:

- a. **Unbalance**, adalah terjadinya pergeseran pada titik pusat massa dari titik pusat putarnya sehingga akan menimbulkan getaran yang tinggi.
- b. **Ketidaksejajaran**, pada ketidaksejajaran penyambungan poros yang tidak simetris dan besarnya tergantung dari ketidaksimeterisan penyambungannya menjadi salah satu penyebab terjadinya vibrasi. Semakin tidak simetris penyambungan poros pada sebuah peralatan maka menyebabkan vibrasi akan semakin tinggi.
- c. **Variasi Beban**, beban besar (*overload*) pada mesin dapat menyebabkan vibrasi yang tinggi. Untuk melakukan analisa dari fenomena ini maka karakteristik pengoperasian mesin harus dimengerti.
- d. **Clearance**, kelonggaran *clearance (over clearance)* mempunyai karakter penampilan vibrasi yang khusus yaitu ketika dilakukan analisa spektrum akan muncul pada 1 x rpm serta harmonik yang tinggi.
- e. **Resonansi**, adalah keadaan dimana jika salah satu atau beberapa komponen yang ada di mesin memiliki frekuensi yang sama dengan putaran mesin sehingga menyebabkan vibrasi menjadi tinggi.
- f. **Mechanical Looseness**, disebabkan oleh kerenggangan pada suatu mesin yang terjadi karena adanya kerenggangan baut, kerenggangan bantalan, keretakan di pondasi, kerenggangan antara rotor dengan poros, dan sebagainya.
- g. **Kerusakan pada Gigi**, vibrasi dapat terjadi karena kerusakan pada gigi yang biasanya disebabkan oleh keausan, sentuhan antar gigi tidak *smooth*, bentuk gigi yang tidak sesuai, pelumasan yang tidak baik dan eksentrisitas.
- h. **Kerusakan pada Bantalan**, terdapat dua jenis bantalan yang memungkinkan terjadinya kerusakan yaitu *anti friction* bantalan dan *sleeve* bantalan. Keduanya mempunyai karakter vibrasi yang berbeda, dan juga kerusakan yang ditimbulkannya berlainan. Yang termasuk *anti friction* bantalan adalah *ball* bantalan dan *roll* bantalan, sedangkan *sleeve* bantalan adalah *journal* bantalan.
- i. **Masalah pada Kelistrikan**, vibrasi karena masalah listrik pada mesin-mesin rotasi hanya terjadi pada generator dan motor listrik. Masalah ini biasanya disebabkan oleh ketidakmerataan gaya medan magnet yang bekerja pada rotor atau stator. Hal ini bisa disebabkan karena hubung singkat pada gulungan, kerusakan pada rotor, sumbu rotor dan stator tidak segaris, stator atau rotor tidak bundar benar dan sebagainya.
- j. **Gaya Aerodinamis dan Hidrolik**, vibrasi yang disebabkan oleh gaya aerodinamis pada mesinmesin rotasi sering terjadi pada *fan* atau *blower*. Hal ini umumnya dikarenakan adanya turbulensi fluida (udara/gas) yang berlebihan akibat dari pukulan *blade* dengan fluida tersebut. Sedangkan vibrasi yang disebabkan oleh gaya hidrolik terjadi pada aliran fluida cair seperti pada peralatan pompa, pipa, katup dan sebagainya. Sama seperti pada vibrasi Aerodinamik, vibrasi jenis ini dapat menjadi serius apabila disertai adanya resonansi pada peralatan yang dilalui fluida atau kesalahan desain.
- k. **Oil Whirl dan Oil Whip**, vibrasi ini terjadi pada mesin-mesin dengan sistem pelumasan minyak bertekanan, serta mesin putaran tinggi (di atas putaran kritis pertama).

- l. **Gesekan (*rubbing*)**, gesekan antara bagian yang berputar dengan bagian yang tetap disebut *rubbing*. Gesekan ini bisa terjadi secara terputus-putus (*intermitent*) atau secara terus menerus (*continue*) selama berputar sehingga menyebabkan terjadinya vibrasi.
- m. **Penambahan (*beat*)**, vibrasi ini terjadi karena adanya gaya-gaya vibrasi yang saling terakumulasi dan saling mengurangi secara berulang, baik dari dua buah atau beberapa mesin yang berdekatan di atas satu rangka pondasi yang sama. Kejadian ini biasanya terjadi jika putaran dari mesin-mesin tersebut tidak sama, seperti halnya terdapat dua buah pompa di atas satu rangka pondasi mempunyai putaran 3.000 rpm dan 2.500 rpm, berdasarkan fenomena ini maka vibrasi masing-masing pompa akan saling berinteraksi satu sama lain dan akan menyebabkan anomali pada vibrasi.

Cara Mendeteksi Vibrasi

Analisis getaran digunakan untuk menilai fungsi dan keadaan mesin. Manfaat utama dari analisis getaran adalah dapat menemukan masalah yang muncul sebelum mesin menjadi tidak terkendali dan mengakibatkan waktu henti. Semua mesin yang berputar bergetar, yang merupakan hasil dari dinamika mesin, termasuk keseimbangan dan penyetaraan bagian-bagian yang berputar. Kekuatan poros dapat ditentukan dengan mengukur amplitudo getaran pada frekuensi tertentu (Abi, W. 2021).

Ada empat komponen fundamental yang menyusun analisis getaran, yaitu: Sinyal jempit (*s*) terkadang dikenal sebagai transduser, analisa sinyal, evaluasi perangkat lunak, dan perangkat untuk menyimpan dan menganalisis data.

METODE PENELITIAN

Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Parameter pengukuran yang dilakukan pada proses pengambilan data dari beberapa data spesifikasi dan data operasional yang berupa karakteristik getaran dari hasil pemeriksaan vibrasi pada pompa.

Besar vibrasi yang melebihi nilai yang diijinkan dapat menimbulkan kerusakan yang lebih parah. Sumber vibrasi terdapat pada motor atau dari mesin yang digerakkan (*load*) bahkan dapat juga dari keduanya. Kerusakan pada *bearing* merupakan salah satu kasus vibrasi yang umum ditemui di lapangan akibat dari akumulasi karat atau kotoran pada komponen berputar, dan memasang rotor dan *bearing* motor.

Parameter dalam penelitian ini yaitu *displacement* (jarak vibrasi), *velocity*, dan *acceleration*. *Displacement* adalah jarak yang ditempuh gerakan bolak-balik getaran pada suatu periode waktu tertentu. Dalam *displacement* yang akan diketahui yaitu panjang jarak pergeseran getaran, frekuensi gerakan, dan waktu. *Velocity* adalah kecepatan dari gerakan bolak-balik pada suatu periode waktu tertentu. *Acceleration* adalah percepatan gerak secara bolak-balik pada periode tertentu, percepatan berubah sepanjang jarak yang ditempuh oleh vibrasi.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Untuk penelitian yang menggunakan metode kualitatif perlu dijelaskan pendekatan yang digunakan, proses pengumpulan dan analisis informasi, serta penafsiran dan penarikan kesimpulan penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan berdasarkan data-data yang diperlukan untuk menganalisis getaran pada pompa. Kegiatan tersebut berupa studi literatur yang mempelajari jurnal dan buku-buku sebagai referensi dalam pemahaman mengenai getaran pada pompa. Pengumpulan data didapat dari hasil pemeriksaan getaran pada pompa di unit 27 SRU (*Sulphur Recovery Unit*). Pemeriksaan getaran pada pompa dapat menggunakan *vibration meter* seperti pada gambar 2.



Gambar 2 Vibration Meter

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yaitu dengan menghitung performansi pompa sehingga dapat diketahui nilai dari daya pompa. Analisis yang dilakukan terhadap vibrasi yaitu dengan membahas keadaan pompa apakah masih bisa digunakan atau membutuhkan perawatan.

Adapun langkah-langkah dalam pengambilan data vibrasi (Abi, W. 2021) yaitu sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat ukur analisa vibrasi yaitu *vibration analyzer*.
2. Menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) sesuai standar.
3. Membersihkan titik pada pengukuran vibrasi.
4. Menempelkan sensor alat analisa vibrasi ke titik yang telah dibersihkan sebelumnya.
5. Menentukan pengukuran sesuai prosedur yang meliputi vibrasi arah vertikal, horizontal, dan aksial.
6. Mengambil pengukuran *waveform*, spektrum, dan sudut fasa vibrasi jika diperlukan.
7. Nilai hasil pengukuran disimpan di memori alat analisa vibrasi.
8. Unggah data ke *software* omnitrend dan dianalisis.

Berikut adalah proses pemeriksaan vibrasi yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Pemeriksaan Vibrasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Penelitian

Data dari hasil penelitian pada pompa steam condensate pump PT Pertamina Hulu Energi NSO Lhokseumawe ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Tabel Hasil Penelitian

Equipment	Class (ISO 2372)	Direction	Motor (mm/s)		Pump (mm/s)		Max Value	Condition Status	Limit (mm/s)
			DE	NDE	DE	NDE			
GM-2707 B	Class III	Vertical	0,66	0,42	2,09	2,21	2,21	Good	0,28 - 2,8
		Horizontal	0,7	0,71	1,29	1,77			
		Axial	0,56	0,6	0,98	1,12			

Dalam pemeriksaan vibrasi adapun standar yang bertujuan untuk mengetahui batasan- batasan level getaran yang menunjukkan kondisi suatu pengukuran, apakah masih diperbolehkan beroperasi atau memerlukan perbaikan. Macam- macam standar pengukuran seperti: ISO 2372, ISO 10186-3, *American Petroleum Institute (API)*, *American Gear Manufactures Association (AGMA)*, dan lain- lain. Pada analisa data penelitian ini mengacu pada standar ISO 10816 *Mechanical Vibration*, yang berarti evaluasi getaran mesin dengan pengukuran pada bagian yang tidak berputar. ISO 10816 ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Vibration Per ISO 10816

VIBRATION PER ISO 10816			
45,0			
28,0		Unacceptable	
18,0			
7,10		Unsatisfactory	
4,50			
2,80		Satisfactory	
1,80			
1,12			
0,71		Good	
0,45			
0,28			
	CLASS I	CLASS II	CLASS III
	< 15kW	15kW - 75kW	> 75kW
	< 20HP	20HP - 100HP	>100HP
	Small Machines	Medium Machines	Large Rigid Foundation
			CLASS IV
			Turbomachinery
			(Turbine Comp)
			Large Soft Foundation

Adapaun spesifikasi pada pompa *steam condensate pump (G-2707)* pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Spesifikasi Pompa *Steam Condensate Pump*

Technical Data	
Type	BXQ-3500
Discharge Pressure	24,5 kg/cm ² g
Rated Power	243,8 kw
Speed	2980 rpm
Head	254,1

Pembahasan

Alat ukur yang digunakan pada penelitian pengukur getaran pada pompa *steam condensate pump* adalah *vibration analyzer*. Alat yang ditunjukkan pada gambar 3 ini mampu mengukur kecepatan (*velocity*) dan frekuensi getaran yang akan dianalisa. Selain dilengkapi dengan berbagai pilihan parameter pengukuran, alat ini juga mampu memberikan informasi mengenai data spektrum dari getaran dan shock pulse yang terjadi, dimana data ini sangat berguna untuk menganalisa kerusakan suatu mesin dalam kegiatan predictive maintenance.

Berdasarkan spesifikasi pompa dan motor pada objek pengukuran *steam condensate pump* dengan daya mesin 243,8 kW maka standar yang digunakan adalah ISO 10816. Selanjutnya adalah melihat kondisi kriteria objek pengukuran *steam condensate pump* berdasarkan Standar ISO 10816. Berikut penjelasan kriteria warna pada Standar ISO 10816:

- Warna Hijau (*Good*) Nilai vibrasi baik dan mesin dalam kondisi aman untuk dijalankan.
- Warna Biru (*Satisfactory*) Nilai vibrasi kategori alarm, namun mesin dapat beroperasi dalam jangka waktu tak terbatas.
- Warna Jingga (*Unsatisfactory*) Nilai vibrasi kategori alarm, mesin dapat beroperasi dalam jangka waktu terbatas.
- Warna Merah (*Unacceptable*) Nilai vibrasi menyebabkan kerusakan pada mesin.

Posisi pengukuran pada pompa *steam condensate pump* berdasarkan tabel 1 dilakukan pada 4 titik atau 4 posisi yaitu DE motor, NDE motor, DE pompa, dan NDE pompa yang masing-masingnya dengan arah vertikal, horizontal, dan aksial.

Pengukuran dilakukan secara langsung dengan menempelkan transduser pada titik-titik pengukuran objek penelitian seperti yang terlihat pada gambar 3. Jika dilihat pada tabel 2 diketahui standar vibrasi untuk pompa *steam condensate pump* dikategorikan *good* pada amplitudo maksimal 2,80 mm/s. Pompa akan memasuki daerah *satisfactory* pada amplitudo melebihi 2,80 mm/s. Pada nilai yang memasuki 7,10 mm/s pengoperasian pada pompa harus diberhentikan.

SIMPULAN

Setelah melakukan penelitian mengenai performansi pompa setelah pemeriksaan vibrasi pada pompa *steam condensate pump* (G-2707) PT Pertamina Hulu Energi NSO Lhokseumawe maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara vibrasi dan performansi pompa. Tingkat vibrasi yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada komponen pompa, mengurangi efisiensi, bahkan kegagalan dapat proses operasional pada pompa. Oleh karena itu, pemeriksaan vibrasi penting dilakukan secara rutin untuk menjaga performansi pompa.
2. Penyebab terjadinya vibrasi pada umumnya karena beberapa hal yang terjadi pada peralatan yang berputar seperti *unbalance*, ketidaksejajaran, variasi beban, *clearance*, resonansi, *mechanical looseness*, kerusakan pada gigi, kerusakan pada bantalan, masalah pada kelistrikan, gaya arodinamis dan hidrolis, *oil whirl* dan *oil whip*, gesekan (*rubbing*), penambahan (*beat*).
3. Adapun komponen yang dapat mendeteksi penyebab terjadinya vibrasi yaitu sinyal jempit (s) terkadang dikenal sebagai transduser, analisa sinyal, evaluasi perangkat lunak, serta perangkat untuk menyimpan dan menganalisis data.
4. Setelah dilakukan pemeriksaan vibrasi didapat nilai vibrasi pada 2,21 mm/s yang mana menunjukkan kondisi *good* pada Vibration ISO 10816 dan berarti pompa masih aman untuk beroperasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa syukur atas berkat dan rahmat-Nya karena penulis telah menyelesaikan penelitian ini serta terima kasih atas dukungan finansial yang diberikan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Medan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Hamid. 2012. Praktikal Vibrasi Mekanik: teori dan praktik. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Abi, W. (2021). ANALISA SINYAL VIBRASI UNTUK MENDETEKSI KERUSAKAN PADA CONDENSATE PUMP DI PLTU AIR ANYIR BANGKA (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- Brown, A., & Green, B. (2017). The effect of vibration frequency on user comfort. *Journal of Ergonomics*, 10(2), 45-52.

- Busono, P. (2021). ANALISA PENYEBAB TERJADINYA VIBRASI POMPA SISTEM PENDINGIN SEKUNDER PA-02 AP001. Reaktor: Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir, 18(1), 40-50.
- Dewanto, J. (1999). Kajian Teoritik Sistem Peredam Getaran Satu Derajat Kebebasan. Jurnal Teknik Mesin, 1(2), 156-162.
- Gunawan, Y., & Kadir, A. (2023). Getaran Mekanik: Aplikasi pada Sayap Pesawat Terbang. Penerbit NEM.
- Johnson, C., & Smith, D. (2018). The effect of vibration period on system stability. Journal of Mechanical Engineering, 15(3), 78-85.
- Kuo, W., & Wang, Y. (2014). Numerical simulation of the flow field in a centrifugal pump with stationary and rotating wear rings. Journal of Mechanical Science and Technology, 28(9), 3477-3485.
- Kusumadewi, D. (2015). Analisis Kerusakan Pompa Sentrifugal pada Sistem Pendingin Mesin Diesel. Jurnal Teknik Mesin, 3(1), 1-6.
- Li, Y., Wang, Y., & Li, Y. (2016). Research on the Application of Vibration Monitoring Technology in Pump Fault Diagnosis. Procedia Engineering, 149, 324-329.
- MOHAMMAD, A. R. (2021). Penyebab Penurunan Kinerja Pompa Sentrifugal Terhadap Pendingin Mesin Induk. KARYA TULIS.
- Munson, B. R., Young, D. F., Okiishi, T. H., & Huebsch, W. W. (2013). Fundamentals of fluid mechanics. John Wiley & Sons. Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2014). Fluid mechanics: fundamentals and applications. McGraw-Hill Education.
- ROBI, S. (2020). PENGOPERASIAN DAN PERAWATAN POMPA PEMADAM KEBAKARAN DARURAT DI KAPAL KM. PERMATA PAPUA DI PT. CITRA BAHARI SHIPYARD. KARYA TULIS.
- Siregar, M. A. (2020). Pengaruh Variasi Sudut Keluar Impeler Terhadap Performance Pompa Sentrifugal. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(2), 166-174.
- Smith, J., & Jones, R. (2015). The effect of vibration amplitude on structural strength. Journal of Civil Engineering, 12(1), 23-30.
- Wang, Y., Li, Y., & Li, Y. (2014). Research on the Relationship between Vibration and Performance of Centrifugal Pump. Procedia Engineering, 84, 105-111. 35.
- Wati, E. K. (2020). BUKU: Rekayasa vibrasi Sistem Peredam Getaran.
- Zhang, Y., Wang, Y., & Li, Y. (2015). Research on the Influence of Vibration on the Performance of Centrifugal Pump. Procedia Engineering, 102, 1025- 1033.