

ANALISA LEVEL GETARAN *COOLING WATER PUMP* 1 JENIS SENTRIFUGAL

Novrian Carnegie¹, Dedi Suryadi^{1*}, Fitrilina²

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

²Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

Jalan W.R. Supratman, Kandang Limun, Muara Bangkahulu, Bengkulu 38371

*) dedi_suryadi@unib.ac.id

Abstrak

PLTA Musi merupakan pembangkit listrik tenaga air dengan tipe *Run of River (RoR)* yang dimana bekerja dengan cara membelokkan sebagian aliran sungai musu untuk dimanfaatkan sebagai energi primer pembangkit. Pada *Cooling Water System* PLTA Musi terdapat *Cooling Water Pump (CWP)* yang berfungsi untuk memompakan air dari *draft tube* ke bagian peralatan yang membutuhkan sistem pendingin pada saat unit dioperasikan. Dalam pengoperasian pompa dapat terjadi berbagai masalah yang menimbulkan kerusakan, salah satunya disebabkan oleh getaran. Analisa getaran merupakan salah satu faktor pendukung untuk meminimalisir terjadinya getaran berlebih pada pompa. Kegiatan *predictive maintenance* dalam bentuk *conditional monitoring vibration* atau pemantauan getaran kondisi aktual dilakukan untuk mengetahui gejala kerusakan pada *Cooling Water Pump*. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur *VibXpert II* berdasarkan standar ISO 18016-3 dengan kondisi operasi putaran poros 1486 RPM, daya 90 kW, dan 4 titik pengukuran. Nilai vibrasi tertinggi terdapat pada posisi DE Pompa dengan arah horizontal sebesar 3,71 mm/s. Nilai vibrasi tersebut sudah berada pada area *alarm*. Hasil analisa spektrum yang didapat pada penelitian diketahui jenis gangguan yang terjadi berupa indikasi kerusakan *Mechanical Looseness* Tipe B pada titik pengukuran DE Motor dan *Mechanical Looseness* Tipe C pada titik pengukuran DE Pompa.

Kata Kunci : *Cooling Water Pump, Conditional Monitoring Vibration*, analisa spektrum, ISO 10816-3.

I. Pendahuluan

Cooling Water System pada PLTA Musi berfungsi untuk menjaga stabilitas temperatur pada *equipment* utama pembangkit agar tidak beroperasi pada temperatur yang sangat tinggi (*overheating*), yaitu lebih dari 40° C. Pada dasarnya *Cooling Water System* yang beroperasi di Pembangkit PLTA Musi menggunakan air yang diambil dari *water supply* dan dipompa oleh sebuah pompa sentrifugal. Oleh karena itu, pompa merupakan salah satu mesin yang berperan penting dalam keberlangsungan *Cooling Water System*. Pompa adalah salah satu mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan fluida tersebut^[1].

Cooling Water Pump adalah pompa pendingin yang berfungsi untuk memompakan air dari *draft tube* ke bagian peralatan yang membutuhkan sistem pendingin pada saat unit dioperasikan. Dalam pengoperasian pompa dapat terjadi berbagai masalah yang menimbulkan kerusakan, salah satunya disebabkan oleh getaran. Getaran atau vibrasi dapat mengakibatkan kerusakan pada poros dan bantalan, timbulnya *noise*, penurunan kapasitas dan ketersediaan, hingga penurunan efisiensi dari pompa tersebut. Getaran yang berlebihan pada pompa tentu memiliki dampak yang sangat buruk terhadap pompa.

Pencegahan yang dapat dilakukan agar tidak terjadi kerusakan atau *downtime* yang tidak terencana adalah dengan melakukan *maintenance*. Bentuk perawatan yang dapat dilakukan adalah *predictive*

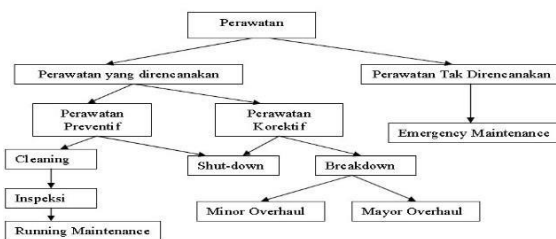
maintenance yaitu dengan memprediksi adanya kerusakan pada mesin yang digunakan dalam proses produksi dengan parameter dan analisa yang dapat diukur. Analisa getaran merupakan salah satu faktor pendukung untuk meminimalisir terjadinya getaran berlebih pada pompa. Getaran dapat menimbulkan dampak terjadinya suara bising, menurunnya kinerja dan performa pompa, serta dapat merusak komponen pada pompa terutama pada poros dan bantalan. Dalam memprediksi kerusakan, analisa getaran sangat penting karena dapat menjadi indikator untuk mendeteksi masalah mekanis, kerusakan tersebut dapat berupa *unbalance, misalignment, mechanical looseness*, poros bengkok, kerusakan *bearing, gear* aus, kavitas, dan resonansi pada peralatan berputar (*Rotating Equipment*).^[2]

Pada penelitian ini karakteristik getaran yang didapat pada pemantauan vibrasi (*conditional monitoring vibration*) secara berkala dapat diketahui jenis gangguan yang terjadi. Dari jenis gangguan dapat ditentukan tindakan apa yang dapat direkomendasikan untuk dilakukan pada unit *Cooling Water Pump*, apakah perlu dilakukan perawatan lanjut atau tidak. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa vibrasi atau getaran pada pompa *Cooling Water Pump* untuk mengetahui adanya masalah kerusakan. Pencegahan tentunya dapat mengurangi resiko kerusakan yang lebih parah dan meminimalisir dampak kerugian dalam segi biaya dan waktu yang akan terjadi jika dilakukan tindakan perbaikan skala besar.

II. Landasan Teori & Metodologi Penelitian

A. Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya.^[4] Kegiatan perawatan dilakukan untuk perbaikan yang bersifat kualitas, meningkatkan suatu kondisi ke kondisi lain yang lebih baik. Kesimpulannya yaitu pemeliharaan dilakukan sebelum suatu alat/produk mengalami kerusakan dan mencegah terjadinya kerusakan, sedangkan perawatan yaitu dilakukan setelah suatu alat mengalami kerusakan (perbaikan). Secara skematik pembagian perawatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema Pembagian Perawatan

B. Predictive Maintenance

Perawatan prediktif (*predictive maintenance*) adalah perawatan dilakukan dengan mendeteksi kerusakan sehingga dapat menganalisa perbaikan yang akan dilakukan untuk meningkatkan kinerja mesin lebih baik, memberikan informasi yang dibutuhkan untuk perawatan lebih akurat, membuat waktu lebih efisien, meningkatkan umur dari mesin dan menghemat biaya^[3]. Perawatan prediktif dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem peralatan. Biasanya perawatan prediktif dilakukan dengan bantuan panca indra atau alat-alat monitor yang canggih. Pengamatan pada kondisi mesin dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik seperti:

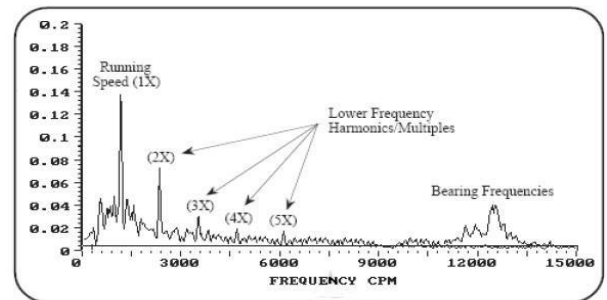
- *Vibration monitoring*, adalah teknik yang paling efektif untuk mendeteksi pengaruh getaran mekanik dalam perputaran mesin.
- *Acoustic emission*, dapat digunakan untuk mendeteksi keretakan pada struktur dan pipa.
- *Oil analysis*, digunakan untuk menganalisa pelumas yang dapat memberikan pengaruh kondisi *bearing* dan *gear*, *particle analysis*, dapat digunakan untuk menganalisa roda gigi atau sistem hidrolis.
- *Corrosion monitoring* dengan menggunakan *ultrasonic* dapat digunakan untuk mendeteksi keretakan struktur pada pipa,

- *Thermography* digunakan menganalisa peralatan elektrik dan mekanik, dan teknik-teknik lainnya^[3].

Teknik pengamatan atau analisa getaran sangat penting, dikarenakan dengan analisa getaran dapat mengidentifikasi secara dini, sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih parah dikarenakan penjadwalan perawatan untuk perbaikan mesin yang tidak jelas.

C. Karakteristik Getaran Kerusakan Mesin

Gambar 2 merupakan tampilan analisa spektrum menggunakan FFT, *running speed* (1x), *lower frekuensi harmonics/multiples*. Kedua bentuk spektrum tersebut memberikan informasi kerusakan pada mesin seperti : kerusakan *misalignment*, kerusakan *unbalance*, dan lain-lain. Sedangkan *bearing frequencies* adalah informasi spektrum FFT untuk mengidentifikasi kerusakan pada *bearing*, terjadi pada putaran mesin yang tinggi.



Gambar 2 Analisa Spektrum FFT^[4]

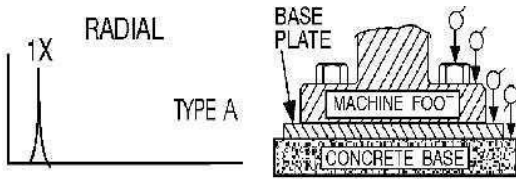
Sinyal getaran dapat diuraikan atas komponen-komponennya dengan memakai domain frekuensi. Setiap cacat atau kerusakan mesin membangkitkan sinyal getaran yang unik yang juga disebut dengan “signature”, yang dapat dipakai untuk mengidentifikasi kerusakan mesin, sebagai berikut : Ketidakseimbangan (*unbalance*), *bent shaft*, *eccentricity*, ketidaksumbuan (*misalignment*), kelonggaran (*looseness*), kerusakan pada *bearing* (*bearing defect*), *belt drive problems*, *gear defects*, *electrical fault*, *oil whip/whirl*, *cavitation*, *shaft cracks*, *rotor rubs*, *resonance*, *hydraulic*, *aerodynamic forces*, dan lain-lain^[3].

D. Kelonggaran Mekanik (*Mechanical Looseness*)

Mechanical Looseness terdiri dari tiga tipe yaitu:

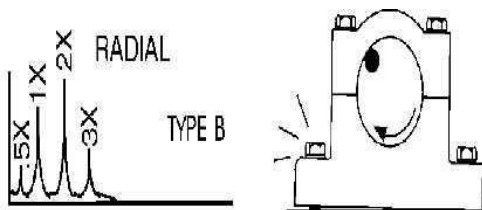
- **Tipe A** disebabkan oleh *structural looseness* dari kaki-kaki, *baseplate* atau pondasi, atau *grouting* yang jelek bisa juga pemasangan baut yang masih longgar, dan perubahan posisi *frame/casing* atau landasan (*soft foot*). Tahap analisa dapat dilihat dengan beda fasa 90° – 180° pada pengukuran arah vertikal pada baut, kaki mesin, plat dasar atau landasan itu sendiri.

Kondisi dan analisa FFT Tipe A dapat dilihat pada Gambar 3.



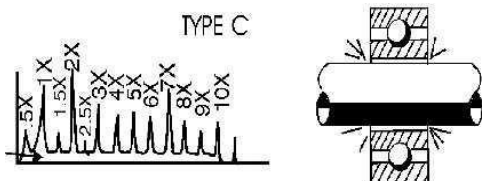
Gambar 3 Mechanical Looseness Tipe A^[4]

- **Type B** disebabkan oleh longgarnya *pillow block*/cincin baut, struktur rangka atau bantalan *bearing* yang retak. Untuk kondisi dan analisa FFT Tipe B dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Mechanical Looseness Tipe B^[4]

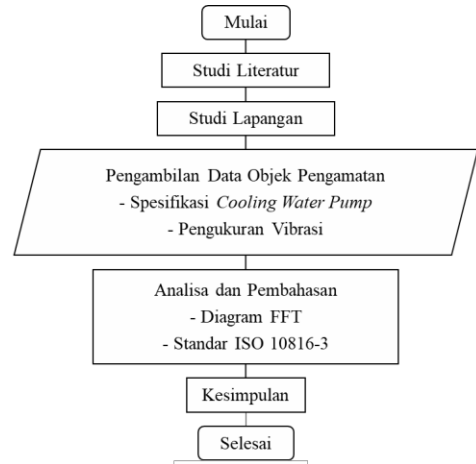
- **Type C** biasanya dihasilkan oleh ketidaktepatan kesesuaian antar komponen yang akan menyebabkan banyak harmonik akibat dari respon *nonlinier* bagian yang longgar terhadap gaya dinamis dari rotor. Hal ini menyebabkan *time waveform* yang terpotong dan *raise noise floor* pada spektrum tersebut. Tipe C sering disebabkan oleh longgarnya lapisan penutup *bearing*, *bearing* longgar dan berputar pada poros, *clearance* yang berlebihan pada salah satu *sleeve bearing* atau *rolling element bearing*, *impeller* yang longgar pada *shaft*. Fase pada tipe C juga sering tidak stabil dan sangat bervariasi dari satu pengukuran ke pengukuran berikutnya, terutama jika ada pergeseran posisi poros dari *start up* ke *start up* selanjutnya. *Mechanical looseness* sering sangat terarah dan dapat menyebabkan pembacaan yang berbeda dengan perbandingan 30° pada arah radial pada satu rumah *bearing*. Juga perlu diingat, *looseness* sering muncul sub-harmonik tepat pada 1/2 atau 1/3 RPM (0,5x, 1,5x, 2,5x, dll). Analisa FFT dan kondisi *Mechanical Looseness* tipe C dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Mechanical Looseness Tipe C^[4]

E. Diagram Alir

Dalam penelitian ini akan membahas identifikasi jenis kerusakan yang dialami oleh *Cooling Water Pump* berdasarkan spektrum getaran yang dihasilkan dari kegiatan *Conditional Monitoring Vibration*. Adapun skematik penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram Alir Penelitian

F. Objek Pengamatan

Pompa air pendingin (*Cooling Water System*) biasanya dioperasikan secara otomatis sesuai dengan pengaturan dari unit kontrol pembangkit. *Cooling Water Pump* adalah pompa pendingin yang berfungsi untuk memompakan air dari *draft tube* ke bagian peralatan yang membutuhkan sistem pendingin pada saat unit dioperasikan.

Pada penelitian ini, jenis pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal dengan poros horizontal dan digerakkan oleh motor AC tiga fasa seperti pada Gambar 7. Data spesifikasi objek yang diamati yaitu *Cooling Water Pump* dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 7 Cooling Water Pump

Tabel 1 Spesifikasi Mesin *Cooling Water Pump*

Technical Data	
Type	BC2-28M D4B
Discharge Press	7 m ³ /min
kW	90
Head	59
V	400/690
A	164,3/89,4
RPM	1486
Hz	50
cos ϕ	0,89

G. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini untuk menganalisa getaran *Cooling Water Pump* adalah *VIBXpert II* yang dimana merupakan kolektor data *all-in-one analyzer*. Hasil pengukuran yang didapat yaitu berupa *velocity*. Alat ini yang ditunjukkan pada Gambar 8 mampu untuk 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 didalam kegiatan *predictive maintenance*. Pada alat ukur ini sensor yang digunakan adalah sensor transduser magnet dengan limit 5000 Hz.



Gambar 4 VIBXpert II

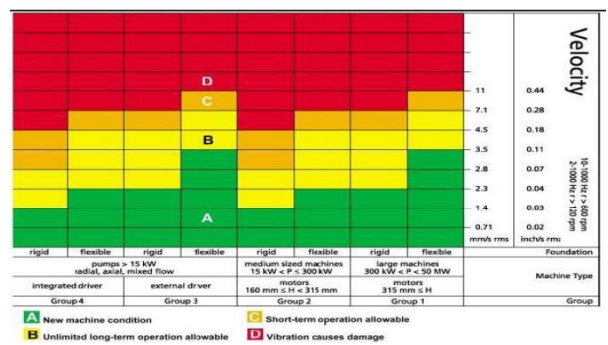
H. Skema Pengujian

a) Standar Pengukuran Vibrasi

Standar pengukuran bertujuan untuk mengetahui batasan-batasan level getaran yang menunjukkan kondisi suatu pengukuran, apakah masih layak beroperasi atau harus 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 10816-3 – *ISO Guideline for Machinery Vibration Severity*. Berikut penjelasan ISO 10816-3 dapat dilihat Gambar 9. Penggunaan Standar vibrasi ISO

10816-3 didasari pada daya mesin, jenis motor (*integrated or external driver*) dan pondasi. Berikut penjelasan tentang pembagian grup tipe mesin pada Standar ISO 10816-3 :

- Grup 1 : Mesin ukuran besar dengan daya mesin diantara 300 kW hingga 50 MW dan dengan pondasi kaku atau fleksibel.
- Grup 2 : Mesin ukuran medium dengan daya mesin diantara 15 kW hingga 300 kW dan dengan pondasi kaku atau fleksibel.
- Grup 3 dan 4 : Pompa dengan daya mesin dibawah 15 kW arah radial, aksial, dan *mixed flow*. Sedangkan yang membedakan antara grup 3 dan 4 adalah jenis motor, kalau grup 3 dengan *external driver*, grup 4 dengan *integrated driver*.



Gambar 9 Standar ISO 10816-3^[5]

Berdasarkan spesifikasi pompa dan motor pada objek pengukuran *Cooling Water Pump* yaitu daya mesin 90 kW dengan pondasi kaku atau *rigid*, maka standar yang digunakan berada pada grup 2 *rigid* ISO 10816-3. Setelah diketahui grup mana yang menjadi standar pengukuran, maka yang perlu dilakukan selanjutnya adalah melihat kondisi kriteria objek pengukuran *Cooling Water Pump* berdasarkan Standar ISO 10816-3. Berikut penjelasan kriteria warna pada Standar ISO 10816-3:

- Warna Hijau (A) : merupakan kriteria mesin dalam kondisi aman atau kondisi mesin baru.
- Warna Kuning (B) : merupakan kriteria mesin dalam kondisi *alarm* yang diizinkan beroperasi dalam jangka waktu yang relatif lama.
- Warna Jingga (C) : merupakan kriteria mesin dalam kondisi *alarm* yang diizinkan beroperasi untuk waktu yang terbatas.
- Warna Merah (D) : merupakan kriteria mesin dalam kondisi *danger* yang dimana vibrasi mesin dapat menyebabkan kerusakan.

Dari Gambar 9 diketahui bahwa *Cooling Water Pump* dapat dikategorikan aman pada *amplitude* maksimal 1,4 mm/s. Mesin akan memasuki daerah *alarm* jika amplitudonya sudah melewati 1,4 mm/s sampai dengan 4,5 mm/s, dan jika nilai amplitudonya sudah melewati 4,5 mm/s maka sudah dalam daerah *danger* dan segera diperlukan penanganan yang serius.

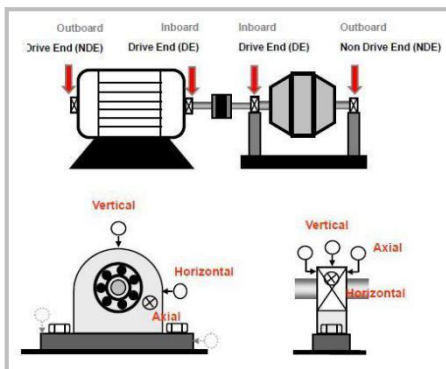
b) Prosedur Pengambilan Data Vibrasi

Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam mengukur vibrasi dalam pelaksanaan kegiatan *predictive maintenance* :

1. Menyiapkan alat ukur analisa vibrasi yaitu VibXpert II.
2. Menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) sesuai standar.
3. Membersihkan titik pengukuran vibrasi.
4. Menempelkan magnet 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. Upload data ke software omnitrend dan dianalisis.

c) Skema Pengukuran

Adapun posisi pengukuran vibrasi dilakukan pada 4 titik atau 4 posisi *bearing*, yaitu pada titik NDE Motor, DE Motor, DE Pompa, dan NDE Pompa. Masing-masing dengan arah vertikal, horizontal dan aksial. Skema titik pengukuran vibrasi dapat dilihat pada Gambar 10.



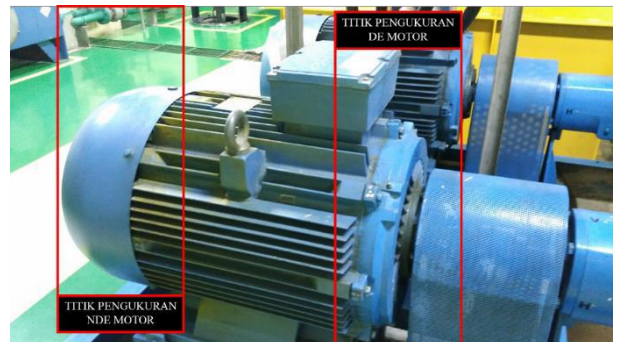
Gambar 10 Skema Pengukuran Vibrasi^[2]

Pengukuran dilakukan secara langsung dengan menempelkan transduser pada titik-titik pengukuran objek penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 11.



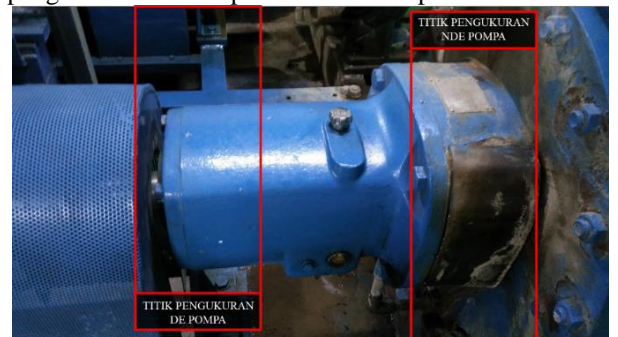
Gambar 11 Pengukuran Vibrasi pada *Cooling Water Pump*

Pada Gambar 12 menunjukkan titik pengukuran NDE Motor dan DE Motor objek penelitian *Cooling Water Pump*.



Gambar 12 Titik Pengukuran NDE dan DE Motor

Sedangkan pada Gambar 13 menunjukkan titik pengukuran DE Pompa dan NDE Pompa.



Gambar 13 Titik Pengukuran DE dan NDE Pompa

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Pengukuran

Dari Gambar 9 diketahui bahwa standar vibrasi untuk *Cooling Water Pump* akan berada pada daerah *alarm* jika nilai vibrasinya berada pada dan melewati 1,4 mm/s dan akan berada pada daerah berbahaya jika telah melewati 4,5 mm/s. Data hasil pengukuran vibrasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Menggunakan VibXpert II

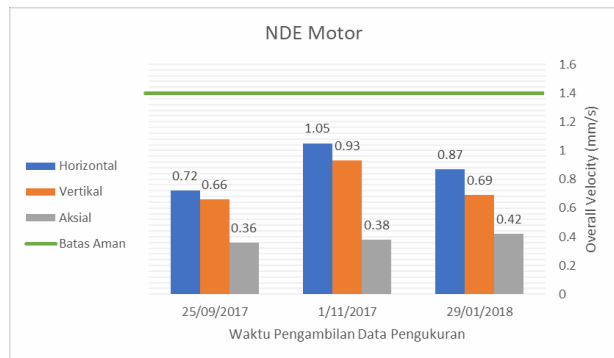
Cooling Water Pump 1									
Titik Pengukuran	Overall Velocity / V (mm/s)								
	Horizontal			Vertikal			Aksial		
	25/09/2017	01/11/2017	29/01/2018	25/09/2017	01/11/2017	29/01/2018	25/09/2017	01/11/2017	29/01/2018
NDE Motor	0,72	1,05	0,87	0,66	0,93	0,69	0,36	0,38	0,42
DE Motor	1,37	1,55	1,69	1,88	2,10	1,83	2,08	2,20	2,14
DE Pompa	3,24	3,48	3,71	1,87	2,01	1,97	0,87	1,24	0,86
NDE Pompa	1,46	1,78	1,72	0,80	0,87	0,80	1,38	1,02	1,44
Keterangan									
	Nilai Vibrasi dikategori aman								
	Nilai Vibrasi dikategori <i>alarm</i> , namun masih diizinkan untuk beroperasi dalam jangka waktu yang relatif lama								
	Nilai Vibrasi dikategori <i>alarm</i> , mesin hanya diizinkan untuk beroperasi dalam jangka waktu yang relatif sebentar								

Dari Tabel 2 diketahui bahwa pada titik pengukuran DE Pompa arah horizontal yang memiliki nilai *Overall Velocity* paling tinggi dan sudah masuk pada daerah *alarm* yang hanya diizinkan beroperasi dalam jangka waktu yang relatif sebentar. Sedangkan pada arah vertikal dari nilai yang terlihat masih diizinkan untuk beroperasi dalam jangka waktu yang relatif lama.

B. Grafik Hasil Pengukuran

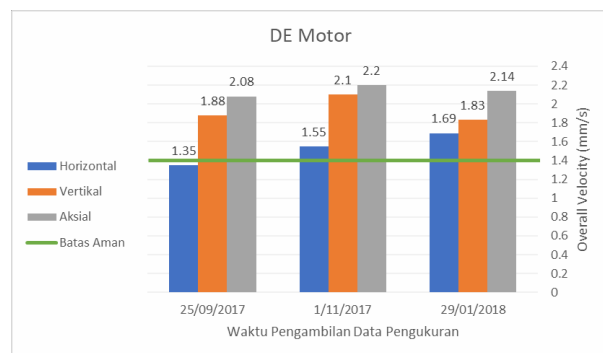
Grafik hasil pengukuran disajikan untuk memperkuat justifikasi permasalahan yang ada pada data yang diambil dalam jangka waktu tertentu. Data diambil dalam jangka waktu dari bulan September 2017 hingga Januari 2018. Jika grafik menunjukkan kenaikan yang signifikan, maka akan memperkuat hasil rekomendasi untuk segera dilakukan tindakan perawatan atau perbaikan.

Dalam keadaan normal atau masih dalam kategori batas aman grafik akan menunjukkan kenaikan yang tidak besar bahkan dapat menunjukkan pengurangan nilainya seperti yang ditunjukkan pada grafik pengukuran titik NDE Motor yang dapat dilihat pada Gambar 14.



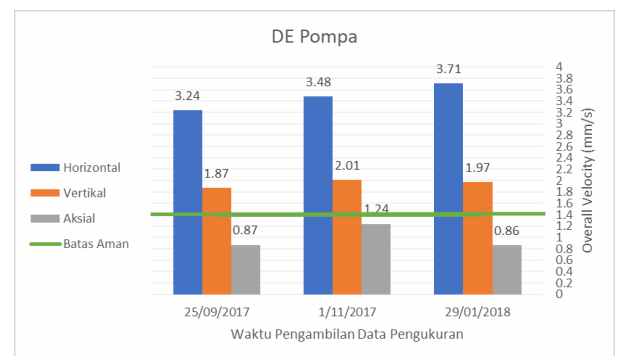
Gambar 14 Grafik Hasil Pengukuran Titik NDE Motor

Sedangkan pada pengukuran titik DE Motor yang sudah memasuki daerah *alarm* nilai *Overall Velocity* mulai beranjak naik namun kenaikannya tidak terlalu besar, bahkan pada arah vertikal dan aksial nilainya turun dibulan Januari seperti yang terlihat pada Gambar 15.



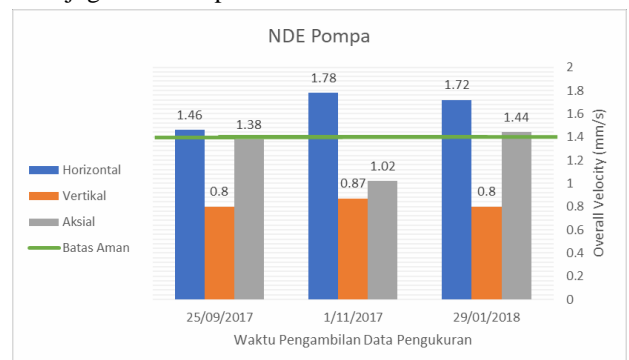
Gambar 15 Grafik Hasil Pengukuran Titik DE Motor

Pada grafik hasil pengukuran titik DE Pompa yang ditunjukkan pada Gambar 16 dimana arah horizontal dan vertikal sudah melewati kategori batas aman. Nilai *Overall Velocity* paling tinggi diarah horizontal dan mengalami kenaikan nilai yang signifikan. Hal ini akan memperkuat justifikasi dan menunjukkan bahwa pada titik pengukuran ini terdapat masalah kerusakan. Pada arah vertikal nilainya masih bisa diterima walau sudah memasuki daerah *alarm* karena kenaikannya tidak terlalu besar. Sedangkan pada arah aksial terkondisi dalam keadaan bagus karena nilai *Overall Velocity* terlihat menurun pada bulan Januari dan tetap berada pada daerah aman.



Gambar 16 Grafik Hasil Pengukuran Titik DE Pompa

Adapun grafik pada titik pengukuran NDE Pompa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17 terlihat masih dalam keadaan yang diizinkan sesuai standar, karena nilai *Overall Velocity* di arah vertikal nilai masih tetap stabil dan pada arah aksial sempat mengalami penurunan. Walaupun diarah horizontal sudah memasuki daerah *alarm* melewati kategori batas aman, namun kenaikan nilai juga masih dapat diizinkan.



Gambar 17 Grafik Hasil Pengukuran Titik DE Pompa

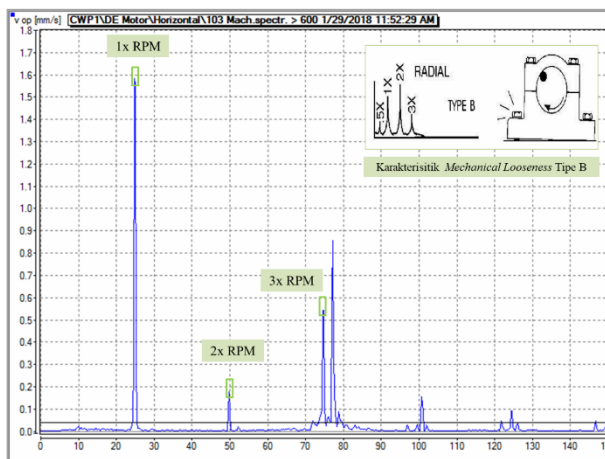
C. Pembahasan

Analisa dengan menggunakan Diagram FFT (*Fast Fourier Transform*) dilakukan pada titik pengukuran yang sudah memasuki kategori *alarm*. Titik tersebut adalah pada DE Motor dan DE Pompa. Untuk menentukan order 1x RPM adalah dengan mengkonversi nilai RPM Pompa ke nilai frekuensi karena grafik yang digunakan adalah grafik frekuensi. Nilai RPM Pompa adalah 1486, sedangkan 1 RPM sama dengan 60 Hz.

Maka nilai 1x RPM adalah 24,67 Hz. Dari hasil analisa diketahui adanya indikasi gangguan pada mesin yaitu berupa *Mechanical Looseness* di titik pengukuran DE Motor dan di titik pengukuran DE Pompa.

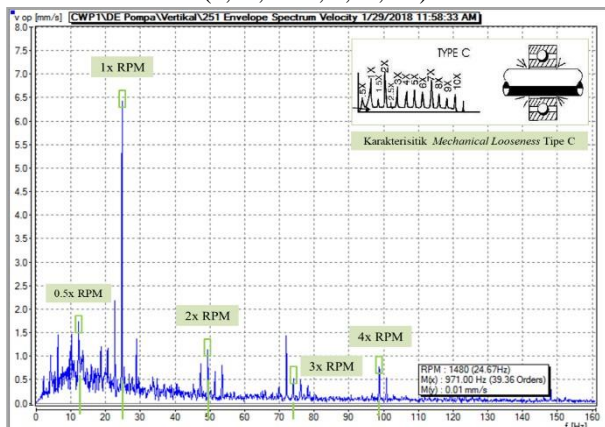
Dari hasil analisa diketahui bahwa ada 2 tipe *Mechanical Looseness* yang terjadi, yaitu Tipe B untuk titik pengukuran DE Motor dan Tipe C untuk titik pengukuran DE Pompa.

Mechanical Looseness Tipe B disebabkan oleh longgarnya *pillow block/ring/cincin baut*, struktur rangka atau bantalan *bearing* yang retak. Pada analisa spektrum akan terlihat menghasilkan harmonik dari 1x RPM hingga 3x RPM, bahkan untuk kondisi parah harmonik dapat muncul di 0,5x RPM. Untuk kondisi dan analisa FFT yang menunjukkan *Mechanical Looseness* Tipe B pada titik pengukuran DE Motor dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Karakteristik *Mechanical Looseness* Tipe B Pada DE Motor

Sedangkan *Mechanical Looseness* Tipe C biasanya dihasilkan oleh ketidaktepatan kesesuaian antar komponen yang akan menyebabkan banyak harmonik akibat dari respon *nonlinier* bagian yang longgar terhadap gaya dinamis dari rotor. Perlu diperhatikan bahwa *looseness* sering muncul sub-harmonik tepat pada 1/2 atau 1/3 RPM (0,5x, 1,5x, 2,5x, dll).



Gambar 19 Karakteristik *Mechanical Looseness* Tipe C Pada DE Pompa

Pada analisa spektrum *mechanical looseness* akan terlihat menghasilkan harmonik dari 0,5x RPM, 1x RPM hingga 4x RPM, dan seterusnya. Gambar 19 menunjukkan kondisi dan analisa FFT *Mechanical Looseness* Tipe C pada titik pengukuran DE Pompa.

Setelah diketahui bahwa unit *Cooling Water Pump* berada pada kondisi *alarm*, perlu segera diambil keputusan untuk melakukan perawatan atau perbaikan untuk menjaga ketersediaan peralatan. Tindakan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

- Peningkatan frekuensi *monitoring* dari mesin yang sudah memasuki kategori *alarm*. Walaupun aktual dilapangan mesin dapat dioperasikan dengan keadaan aman, parameter jangka waktu penggunaan mesin yang tidak lama perlu menjadi pertimbangan untuk dilakukan peningkatan frekuensi *monitoring*.
- Memantau histori perbaikan pompa.
- Melakukan pemeriksaan aktual terhadap komponen yang dapat menyebabkan vibrasi yaitu *bearing* dan *coupling*.

Pentingnya kegiatan *predictive maintenance* dilakukan bertujuan untuk menjaga ketersediaan peralatan dan mencegah terjadinya kerusakan yang dapat merugikan dalam segi waktu dan biaya.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisa spektrum, gangguan yang dialami oleh *Cooling Water Pump* yaitu terdapat adanya indikasi kerusakan *Mechanical Looseness*.
2. Dari hasil analisa diketahui bahwa ada 2 tipe *Mechanical Looseness* yang terjadi, yaitu Tipe B untuk titik pengukuran DE Motor dan Tipe C untuk titik pengukuran DE Pompa
3. Perlunya peningkatan tindakan *preventive* atau pencegahan dengan merutinkan *monitoring*, sehingga perbaikan skala besar dapat terhindarkan.

Adapun saran yang dapat diberikan mengenai penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Condition Monitoring Vibration* sangat perlu untuk dilakukan guna mengetahui kondisi aktual mesin sehingga dapat menghemat bahkan mengurangi resiko biaya *maintenance* yang besar.
2. Diperlukan ketelitian dan juga kemampuan yang baik dalam membaca spektrum vibrasi agar hasil analisis sesuai dengan kerusakan aktual.
3. Dikarenakan data prediktif bersifat tidak pasti dan tidak bisa langsung dijustifikasi bermasalah, maka disarankan untuk mengambil data sebanyak mungkin, karena jika datanya banyak justifikasi masalah akan semakin akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Girghar, P. dan Cornelius Scheffer. 2004. *Practical Machinery Vibration Analysis and Preddictive Maintenance*. Newnes, London.
- [2] Putra, Levi Amanda. 2016. Analisa Kerusakan Pompa Sentrifugal P-011C di PT. SULFINDO ADIUSAHA dengan Menggunakan *Transducer* Getaran *Accelerometer*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- [3] Girdhar, P. dan Octo Moniz. 2005. *Practical Pumps Design, Operation and Maintenance*. Netherlands, IDC Technoogies.
- [4] Technical Associates Of Charlotte, P.C. 2001. *Vibration Analysis Module*. North Carolina, USA.
- [5] [https://www.pch-engineering.dk/401/10-1000-hz-\(iso-10816-3\)](https://www.pch-engineering.dk/401/10-1000-hz-(iso-10816-3)), diakses pada tanggal 11 Maret 2018.