



JURNAL TEKNIK MESIN

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

Rian Dwi Wijaya	STUDY EKSPERIMENTAL KEULETAN BAJA KARBON RENDAH SETELAH DILAKUKAN PERLAKUAN PANAS AUSTEMPERING
Bisri Mustofa	ANALISA KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BESI STRIP 30X4 MM YANG MENDAPAT PERLAKUAN PANAS KARBURISING
Hariyandi	STUDI KASUS UNBALANCE PADA MOTOR CONDENSATE PUMP 3A PLTU TARAHAN BERDASARKAN ANALISA GETARAN
Juis susilo	MODIFIKASI CYLINDER HEAD TERHADAP UNJUK KERJA SEPEDA MOTOR
Ranu Danuri	PERANCANGAN ALAT PERAJANG SERBAGUNA TIPE BLADE SLIDING DENGAN MENGGUNAKAN PRINSIP MECHANICAL RALPH STEINER
Yudi saputro	JURNAL ANALISA PERHITUNGAN MESIN PENERING LIMBAH SINGKONG (ONGGOK)

UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

JURNAL TEKNIK MESIN	Vol. 3	No. 1	Hal 1-40	Bandar Lampung Oktober 2015	ISSN 2087- 3832
---------------------------	--------	-------	-------------	--------------------------------	-----------------------



PEDOMAN PENULISAN JURNAL TEKNIK MESIN UBL

1. Artikel berupa hasil penelitian atau kajian yang belum pernah di publikasikan.
2. Artikel di ketik pada kertas ukuran A4 dengan satu spasi , jenis huruf Times New Roman 10, artikel di ketik dalam pengolah kata Ms Word dalam bentuk siap cetak
3. Naskah dapat dikirim ke redaksi dengan alamat :

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung

Gedung E Lt. 1

Jalan ZA Pagar Alam No 26, Labuhan Ratu Bandar Lampung 35142

Telp./Faks. : 0721-701463 / 0721-701467

Email : teknikmesin@ubl.ac.id

KATA PENGANTAR

Jurnal Teknik Mesin Volume 3 Nomor 1 Bulan Oktober tahun 2015 merupakan edisi pertama penerbitan tahun 2015. Artikel - artikel yang diterbitkan dalam format PDF secara online dapat dilihat di : <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/JTM>. Jurnal Teknik Mesin hanya memuat artikel - artikel yang berasal dari hasil hasil penelitian saja dan setelah ditelaah para mitra bestari.

Artikel - artikel yang termuat dalam jurnal Teknik Mesin ini adalah artikel yang sudah melalui proses penilaian dan review dewan penyunting. Penulis harus memperhatikan kualitas isi artikel sesuai petunjuk penulisan artikel dan komentar dari mitra bestari yang di tampilkan di masing-masing penerbitan atau dapat diunduh di website jurnal tersebut. Jumlah artikel yang terbit sebanyak enam judul artikel.

Dewan penyunting akan terus berusaha meningkatkan mutu jurnal sehingga dapat menjadi salah satu acuan yang cukup penting dalam perkembangan ilmu teknik mesin. Penghargaan dan terimakasih sebesar besarnya kepada mitra bestari bersama para anggota dewan penyunting dan seluruh pihak yang terlibat dalam penerbitan jurnal ini.

Salam,

Ketua Penyunting

JURNAL TEKNIK MESIN

Vol. 3 No. 1 Oktober 2015

DAFTAR ISI

STUDY EKSPERIMENTAL KEULETAN BAJA KARBON RENDAH SETELAH DILAKUKAN PERLAKUAN PANAS AUSTEMPERING Rian Dwi Wijaya	1-5
ANALISA KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BESI STRIP 30X4 MM YANG MENDAPAT PERLAKUAN PANAS KARBURISING Bisri Mustofa	6-11
STUDI KASUS UNBALANCE PADA MOTOR CONDENSATE PUMP 3A PLTU TARAHAN BERDASARKAN ANALISA GETARAN Hariyandi	12-18
MODIFIKASI <i>CYLINDER HEAD</i> TERHADAP UNJUK KERJA SEPEDA MOTOR Juis susilo	19-23
PERANCANGAN ALAT PERAJANG SERBAGUNA TIPE <i>BLADE SLIDING</i> DENGAN MENGGUNAKAN PRINSIP <i>MECHANICAL RALPH STEINER</i> Ranu Danuri	24-30
JURNAL ANALISA PERHITUNGAN MESIN PENDINGIN LIMBAH SINGKONG (ONGGOK) Yudi Saputro	31-40

STUDI KASUS UNBALANCE PADA MOTOR CONDENSATE PUMP 3A PLTU TARAHAN BERDASARKAN ANALISA GETARAN

Hariyandi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin, Universitas Bandar Lampung (UBL)
Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No.26, Labuhan Ratu, Kedaton, Bandar Lampung, Lampung 35142
E-mail: www.ubl.ac.id

Abstract

Pemantauan kondisi mesin semakin penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), karena kebutuhan untuk meningkatkan kehandalan dan mengurangi kemungkinan kehilangan produksi listrik akibat mesin mengalami kerusakan. Pemantauan getaran (vibrasi) pada mesin merupakan. Pada penelitian pengukuran getaran (vibrasi) mesin rotasi di PLTU yang dimana dengan mengambil contoh mesin pada Condensate Pump 3A di PLTU Tarahan, hasil pengukuran getaran (vibrasi) diekstrak dengan menggunakan beberapa parameter statistik domain waktu Pada penelitian ini didapatkan bahwa dengan menggunakan tool CSI 2130 mampu mendeteksi sejak dini gejala-gejala yang mengindikasikan kerusakan akibat getaran pada Condensate Pump 3A seperti bantalan, poros, impeller, dan lain-lain di PLTU Tarahan sehingga kehandalan dan life time Condensate Pump 3A dapat dapat dijaga sebelum terjadi kerusakan.

Kata Kunci : pemantauan kondisi Condensate Pump 3A, pemantauan getaran (vibrasi), diagnosa kerusakan mesin.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam rangka menunjang kesiapan operasi PLTU Tarahan tersebut, maka perlu diadakan upaya-upaya strategis secara maksimal, baik dalam pelaksanaan pekerjaan operasi dan pemeliharaan, maupun peningkatan keandalan peralatan itu sendiri. Salah satu upaya untuk menjaga keandalan pembangkit adalah menjaga keandalan peralatan-peralatan utama yang critical terhadap kelangsungan operasi pembangkit, termasuk *Condensate Pump*. *Condensate Pump* (CP) berfungsi untuk mengalirkan air kondensat dari hotwell melintasi system air kondensat menuju ke deaerator.

Sistem kondensat ini mempunyai 2 buah pompa kondensat yaitu satu untuk cadangan (*standby*) dan satu lagi beroperasi. Untuk menjamin kontinuitas aliran air ke sisi isap (*suction*) pompa, maka tekanan pada sisi isap pompa paling tidak harus sama dengan tekanan kondensor. Kegiatan merawat *Condensate Pump* (CP) untuk selalu dapat melakukan proses produksi listrik menjadi tugas bagian perawatan, perencanaan perawatan (*maintenance planning*) harus disusun sebaik mungkin sehingga dapat meminimalisasi kerusakan yang terjadi tiba-tiba (*break down*). Mesin-mesin yang dikenal dalam kehidupan sehari hari merupakan suatu struktur yang memiliki massa dan kekakuan. Dengan demikian mesin tersebut memiliki kemampuan untuk bergetar. Analisa getaran (vibrasi) merupakan salah satu parameter analisa dalam *predictive maintenance* khususnya digunakan untuk mendeteksi sumber dan gejala kerusakan. Dalam kaitannya dengan hal tersebut diatas, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kerusakan mesin secara dini dan merekomendasikan perbaikan yang tepat sasaran yang pada akhirnya dapat meminimalisasi biaya perawatan.

B. Tujuan Penelitian

Sehubungan dengan penelitian mengenai pengaruh getaran pada *Condensate Pump* 3A maka tujuan yang diteliti adalah:

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh getaran (vibrasi)

terhadap kehandalan dan usia pakai (*lifetime*) *Condensate Pump* 3A dengan CSI 2130 sebagai alat untuk menganalisa getaran (vibrasi).

2. Mencari indikasi getaran (vibrasi) yang tidak normal pada *Condensate Pump* 3A

Meneliti pengaruh getaran (vibrasi) yang tidak normal sedini mungkin dengan menganalisa hasil nilai getaran (vibrasi) terhadap kondisi *Condensate Pump* 3A.

C. Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini manfaat yang didapatkan adalah:

1. Untuk menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman tentang penelitian getaran (vibrasi) pada *Condensate Pump* 3A atau pada mesin rotasi lainnya, dan dilakukan untuk memberikan solusi dalam menjaga *Condensate Pump* 3A agar dapat beroperasi dengan kehandalan dan *life time* yang lebih lama.
2. Mengetahui karakteristik normal atau terjadi kerusakan *Condensate Pump* 3A berdasarkan analisa getaran (vibrasi) sebelum terjadi kerusakan mesin.
3. Dengan mengetahui karakteristik getaran maka kita bisa memprediksi kerusakan yang terjadi pada *Condensate Pump* 3A tanpa membongkarnya.
4. Dapat memprediksi kapan waktunya untuk melakukan perbaikan terhadap *Condensate Pump* 3A.

Jika hasil penelitian ini dikembangkan pada PLTU lain ataupun pada Industri yang memiliki mesin rotasi, maka akan menjaga hasil produksi dan mencegah biaya tinggi perawatan mesin akibat kerusakan parah yang fatal (*breakdown maintenance*) sebab mampu mendeteksi sejak dini gejala-gejala kerusakan akibat getaran (vibrasi).

D. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan suatu hasil penelitian dari permasalahan yang dilakukan, maka perlu adanya pembatasan ruang lingkup penelitian:

1. Mesin Penelitian dilakukan menggunakan software Machinery Health Manager dari CSI (*Computational System Incorporated*)
2. Menggunakan Portable data collector CSI 2130 untuk

pengambilan data di lapangan.

3. Data peralatan pompa yang dikumpulkan dari *Condensate Pump* 3A di PT. PLN (Persero) PLTU Tarahan.

Saat pengujian mesin dalam keadaan beroperasi (*running*).

E. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Tinjauan Langsung (*Observation*)
Yaitu dilakukan oleh penulis dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap obyek yang akan diteliti, dalam hal ini tentang *Condensate Pump* 3A.
2. *Condition Base Monitoring* (CBM)
Yaitu usaha pemeliharaan dengan cara memonitoring kondisi peralatan mesin rotasi secara *real-time* atau periodik dengan selalu melakukan analisa agar tindakan pemeliharaan dilakukan pada saat yang tepat secara teknis maupun ekonomis. Pengamatan status dari sebuah sistem dikenal sebagai *Condition Monitoring* sehingga *Predictive Maintenance* masuk didalamnya.
3. Tinjauan Pustaka (*Library Research*)
Dilakukan dengan mengumpulkan data-data yaitu dari buku-buku yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas terutama mengenai pengaruh getaran (vibrasi) pada mesin rotasi, selain itu juga penulis sebagian menggunakan kutipan dari slide presentasi hasil dari *Focus Group Discussion* (FGD) dan *Knowledge Sharing* yang selalu diadakan setiap semester di internal PT. PLN (Persero) Pembangunan Sumatera Bagian Selatan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Getaran

4. Getaran atau yang biasa disebut dengan vibrasi adalah gerakan periodik bolak balik dari mesin atau komponen mesin dari titik diamnya (posisi netral) menuju titik maksimum (*Upper limit*) dan titik minimum (*Lower limit*). Getaran atau Vibrasi merupakan respon dari suatu sistem terhadap gaya yang diterima oleh mesin, baik dari dalam maupun dari luar sistem.

A. Analisa Getaran (Vibrasi)

Metode dasar dalam menganalisa getaran (vibrasi):

1. *Time Wave Form*, level vibrasi dipetakan pada waktu
2. *Orbit*, memetakan vibrasi dalam arah x dan y
3. Spektrum, level vibrasi dipetakan terhadap frekuensi
4. Fasa, menganalisa vibrasi dengan vibrasi, ataupun menganalisa vibrasi dengan titik referensi tertentu. Fasa menghubungkan antara vibrasi yang diambil pada tempat yang berbeda.

B. Vibration Severity

Vibration Severity atau level getaran (vibrasi) merupakan nilai yang menggambarkan tinggi rendahnya nilai getaran (vibrasi) dari suatu mesin/ peralatan.

Dalam Tugas Akhir ini kita menggunakan standar getaran (vibrasi) suatu mesin/ peralatan yaitu ISO (*International Standart Organization*). Dalam pemilihan standar perlu diperhatikan spesifikasi dan data teknis mesin/ peralatan agar sesuai dengan standar yang berlaku. Untuk pengukuran vibrasi yang berbasis pada casing (non rotating part) dapat mengacu pada ISO 10816

VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816					
R.m.s Vibration velocity		Class I (Up to 15 KW)	Class II (15 KW to 75 KW)	Class III (>75 KW) Rigid	Class IV (>75 KW) Soft
In/sec	mm/sec				
0,01	0,25				
0,02	0,45				
0,03	0,71			Good	
0,04	1,12				
0,07	1,8				
0,11	2,8		Satisfactory		
0,18	4,5				
0,28	7,1		Unsatisfactory		
0,44	11,2				
0,70	18				
0,71	28			Unacceptable	
1,00	45				

Gambar 2.1 International Standart Organization 10816

Sumber: <https://www.reliabilitydirectstore.com/articles.asp?id=122>

C. Jenis-Jenis Permasalahan Getaran (Vibrasi)

Berbagai macam masalah dapat diketahui dengan melakukan pengukuran getaran (vibrasi). Beberapa masalah yang mungkin terjadi adalah:

1. *Unbalance*
2. *Misalignment*
3. *Bent Shaft*
4. *Looseness*
5. *Rolling Element Bearing*
6. *Resonansi*
7. *Oil Whril*

D. Unbalance

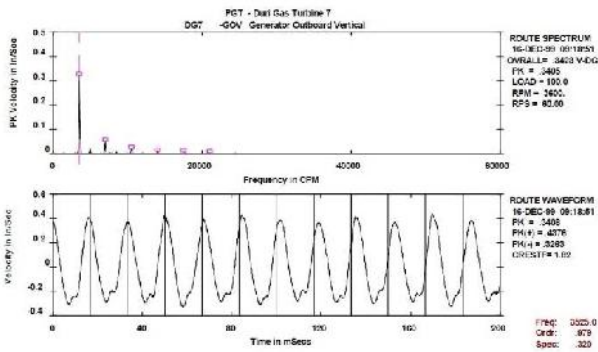
Unbalance merupakan permasalahan yang paling sering terjadi yaitu hampir 40% dari masalah yang menyebabkan getaran (vibrasi) adalah dikarenakan oleh *Unbalance*, *Unbalance* adalah kondisi dimana pusat masa tidak seumbu dengan sumbu rotasi.

Penyebab dari unbalance:

1. Kesalahan saat prose permesinan atau *assembly*
2. Eksentrisitas komponen
3. Adanya kotoran pada saat pengecoran
4. Korosi atau keausan
5. Distorsi geometri karena beban termal dan beban mekanik
6. Penumpukan material, misalnya debu pada vane kompresor
7. Komponen yang bengkok atau patah

Karakteristik *Unbalance*:

1. Amplitudo dominan pada 1X RPM
2. Getaran (vibrasi) dominan pada arah Radial (Horizontal)
3. Rasio amplitudo antara arah Horizontal dengan Vertikal kecil ($H/V < 3$), kecuali pada kasus struktur yang tidak simetris
4. *Time Waveform* dari *Unbalance* sangat sinusoidal
5. Beda fasa antara pembacaan horizontal dan vertical pada bearing yang sama adalah $90^\circ (\pm 30^\circ)$ *Out of Phase*
6. Fasa pembacaan *horizontal* atau *vertical* pada kedua bearing sefasa/ *in phase* ($\pm 30^\circ$).
7. Fasa relative stabil dengan perubahan fasa antara 15° sampai dengan 30°



Gambar 2.2 Spektrum dan Time Waveform dari Unbalance

Sumber: PT. PLN (Persero) Udiklat Suralaya, (2013).

E. Condensate Pump (CP) 3A

Condensate Pump (CP) 3A berfungsi untuk mengalirkan air kondensat dari hotwell melintasi sistem air kondensat menuju ke deaerator.



Gambar 2.3 Condensate Pump 3A PLTU Tarahan

Sumber: PT. PLN (Persero) Sektor Pembangunan Tarahan, (2013).

F. Masalah pada Condensate Pump (CP) 3A

Permasalahan yang sering terjadi pada Condensate Pump (CP) 3A seperti pada tabel dibawah:

Tabel 2.1 Masalah pada Pompa dan Penyebabnya

No	Masalah/Indikasi	Penyebab
1.	Level vibrasi naik.	a. Bearing damage b. Misalignment c. Kavitasi d. Unbalance (kekencaman shaft bearing, impeller rusak) e. Coupling.
2.	Flow berkurang pada putaran yang sama.	a. Kavitasi b. Orer size pada wearing ring (bertahap) c. Suction strainer buntu d. Bukas valve pada suction dan discharge tidak sempurna e. Batu pada line discharge.
3.	Sistem perapat bocor	a. Seal flush terlambat masuk b. Seal flush kotor c. Damage pada sistem perapatnya
4.	Noise/suara	a. Kavitasi b. Ada kekendoran internal

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental nyata (*true experimental research*) untuk mengetahui pengaruh perubahan getaran (vibrasi) terhadap performa dari Condensate Pump (CP) 3A PLTU Tarahan. Metode yang digunakan adalah mengambil data getaran (vibrasi) secara rutin dan berkala mulai dari bulan Juli 2016 s.d Januari 2017.

Pengujian dilakukan menempatkan sensor kecepatan/ *velocity transducer* pada *housing bearing* motor dan pompa CP 3A. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh getaran (vibrasi) terhadap kehandalan dan usia pakai (*lifetime*) CP 3A untuk menghindari kerusakan yang mengakibatkan kondisi fatal/ *catastrophic*. Data dan informasi pendukung diperoleh dari kajian buku, artikel, dan jurnal yang diperoleh dari perpustakaan dan Internet untuk menambah daripada informasi yang diperlukan atau dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini.

A. Variabel Tetap

Variabel tetap yaitu: untuk setiap pengukuran *monitoring* getaran (vibrasi) Motor dan Pompa CP 3A (*Couple Test*) dalam status “*Good*” pada ISO 10816 dilakukan dalam periode 1 kali setiap bulan sambil memantau perkembangan status kondisi CP 3A.

B. Variabel Berubah

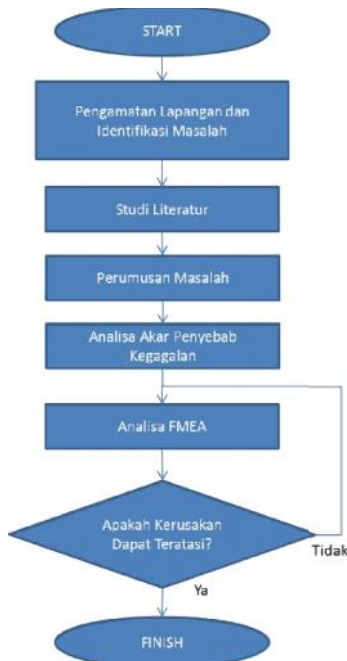
Variabel berubah yaitu: untuk setiap pengukuran *monitoring* getaran (vibrasi) Motor dan Pompa CP 3A (*Couple Test*) dalam status “*Satisfactory*” atau mendekati “*Unsatisfactory*” pada ISO 10816 dilakukan dalam periode >1 kali setiap bulan tergantung perkembangan status kondisi CP 3A kemudian jika trending nilai getaran (vibrasi) makin naik maka penelitian dilanjutkan dengan variabel Respon.

C. Variabel Respon

Variabel respon yaitu: untuk setiap pengukuran getaran (vibrasi) hanya Motor CP 3A (*Uncouple Test*) dalam status “*Satisfactory*” atau mendekati “*Unsatisfactory*” pada ISO 10816 dilakukan dalam periode beberapa kali perhari pada saat pengetesan untuk menganalisa indikasi gejala akar kegagalan/ kerusakan CP 3A yang digunakan sebagai tindak lanjut perbaikan.

D. Diagram Alir Pengukuran Getaran (Vibrasi)

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Kegiatan pengukuran data getaran mengikuti diagram alir seperti pada gambar 3.5 sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengukuran Getaran (Vibrasi)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Trending Data

Adapun data yang telah di uji selama beberapa periode 21 Juli 2016 sampai dengan 29 November 2016 adalah pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Nilai pengukuran Getaran (Vibrasi) Motor CP3A dalam satuan mm/s (RMS)

MOTOR	21-Jul-16	28-Sep-16	Okt-16	29-Nov-16
MOH	1.323	1.001	Over haul Unit 3	4.337
MOV	1.253	0.97		4.903
MOA	0.421	0.412		0.806
MIH	0.291	0.414		0.756
MIV	0.57	0.604		0.693
MIA	0.224	0.706		0.374

Tabel 4.2 Nilai pengukuran Getaran (Vibrasi) Pompa CP3A dalam satuan mm/s (RMS)

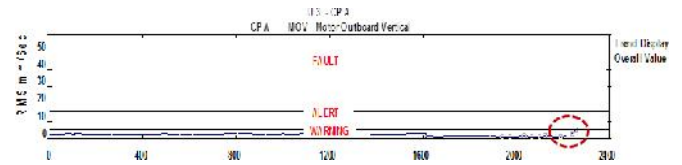
POMPA	21-Jul-16	28-Sep-16	Okt-16	29-Nov-16
POH	0.095	0.437	Over haul Unit 3	0.141
POV	0.14	0.167		0.111
POA	0.116	0.054		0.408
PIH	0.491	0.485		0.751
PIV	0.508	0.536		0.453
PIA	0.31	0.291		0.389

Hasil pembacaan data getaran (vibrasi) *Condensate Pump* (CP) 3A overall menunjukkan posisi MOV (*Motor Outboard Vertical*) mempunyai nilai yang tertinggi 4,903 mm/sec dan sudah memasuki limit *Satisfactory/ Fair* (dalam perhatian) berdasarkan spesifikasi data Motor CP 3A masuk dalam katagori kelas III pada ISO 10816.

Rms Vibration velocity in/sec	Rms Vibration velocity mm/sec	Class I (Up to 15 kW)	Class II (15 kW to 75 kW)	Class III (>75 kW) Rigid	Class IV (>75 kW) Soft
0,01	0,25	Green	Green	Green	Green
0,02	0,45	Green	Green	Green	Green
0,03	0,71	Green	Green	Green	Green
0,04	1,12	Green	Green	Green	Green
0,07	1,8	Green	Green	Green	Green
0,11	2,8	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
0,18	4,5	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
0,28	7,1	Red	Red	Red	Red
0,44	11,2	Red	Red	Red	Red
0,70	18	Red	Red	Red	Red
0,71	28	Red	Red	Red	Red
1,10	45	Red	Red	Red	Red

Gambar 4.1 Nilai getaran (vibrasi) CP 3A pada ISO 10816.

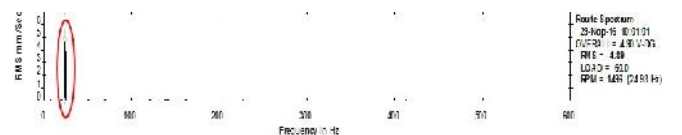
Kecenderungan kenaikan *amplitudo overall* posisi MOV dapat dilihat dari *trend data* periode 21 Juli 2016 sampai dengan 29 November 2016 seperti terlihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2



Gambar 4.2 Trending Amplitudo Posisi MOV menuju batas Warning pada tool CSI 2130

B. Analisa Spektrum

Untuk mengetahui puncak *spectrum* pada *frekuensi* berapa, maka data *spectrum* tersebut dapat dilihat pada aplikasi *software Machinery Health Manager* sehingga kita mengetahui untuk memastikan *frekuensi* yang membentuk puncak *spectrum*.



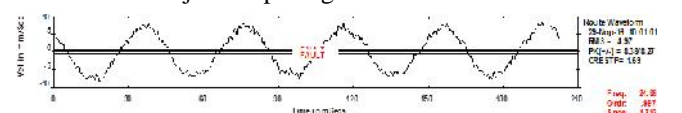
Gambar 4.3 Spectrum Posisi MOV tanggal 29 November 2016

Pada *spectrum* diatas terlihat jelas puncak *spectrum* pada *frekuensi* 24,93 Hz (1496 RPM). Karena Spesifikasi Motor CP 3A yaitu *speed* nya adalah 1480 RPM kemudian kita bandingkan dengan hasil pengukuran *Portable data collector* CSI 2130 yaitu 1496 RPM dan dalam hal ini *Amplitudo* = 4,903 mm/sec dominan pada 1X RPM maka termasuk dalam katagori karakteristik *Unbalance*.

Berdasarkan teori pada BAB II, *Unbalance* membentuk *spectrum* pada 1X RPM maka dapat disimpulkan bahwa pada motor tersebut mengalami indikasi *unbalance*.

C. Analisa Waveform

Dalam analisa getaran (vibrasi) selain melihat dari *trending data* dan *spectrum* juga perlu analisa *waveform*. Analisa *waveform* bertujuan untuk mengklarifikasi dari data *spectrum* yang ada atau dalam kata lain untuk *crosscheck data*. Data *waveform* pada tanggal 29 November 2016 sangat *sinusoidal* ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4.4 Waveform MOV tanggal 29 November 2016

D. Rekomendasi Perbaikan

Perbaikan dilakukan dengan rekomendasi sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan *clearance housing bearing Motor Outboard CP3A*
2. Melakukan *balancing* pada rotor Motor CP 3A
3. Segera lakukan perbaikan untuk mencegah hal yang tidak diinginkan untuk kehandalan Unit.

E. Tindak Lanjut Rekomendasi

Motor CP 3A di *Rack Out* (pelepasan *power*) pada *breaker* 6,3 kV bersama tim K3 dan Operator Unit sehingga aman ketika dilakukan pemisahan/ pelepasan *coupling* antara Motor dan Pompa (*dismantle*). Selanjutnya dilakukan *balancing* bersama tim PdM (*Predictive Maintenance*) dan tim pemeliharaan dengan menambah baut, ring, dan mur atau biasa yang disebut dengan *Trial Weight* (TW) pada *coller fan* sisi rotor *Motor Outboard CP 3A* sebanyak 3 titik penambahan TW disudut 0°, 180°, dan 240° dengan cara 3 kali *no load test* total berat TW 196,77 gram. Dalam melakukan *no load test* sebanyak 3 kali maka dilakukan *Rack Out* 3 kali dan *Rack In* (penyambungan *power*) 3 kali juga.



Gambar 4.5 Timbangan



Gambar 4.6 Trial Weight (TW) untuk balancing



Gambar 4.7 Proses Penimbangan TW

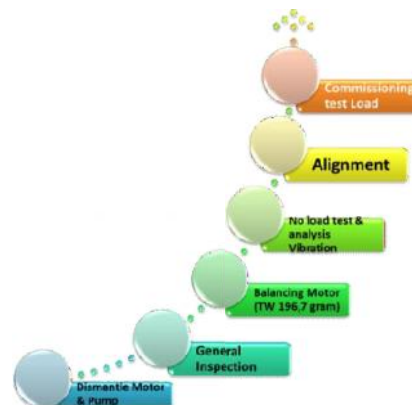
Tabel 4.3 Proses penambahan TW Motor CP 3A ketika *dibalancing*.

No.	No Load Test	TW (gram)	Sudut (°)	Keterangan (ISO 10816)
1.	Pertama	39,5	0	UNSATISFACTORY/ALARM
2.	Kedua	133	180	SATISFACTORY/FAIR
3.	Ketiga	24,27	240	GOOD/NORMAL
Total		196,77		



Gambar 4.8 Proses penambahan Trial Weight (TW) pada *coller fan* rotor motor CP 3A

Kemudian setelah nilai getaran (vibrasi) dalam status *Good* (Normal) maka Motor CP 3A di *STOP* dan di *Rack Out* kembali, kemudian di *alignment* ulang dan di *couple* Motor dengan Pompa. Setelah itu dilakukan *Commisioning test Load* (tes beban) dan nilai getaran (vibrasi) *overall* masih dalam status *Good/ Normal*.



Gambar 4.9 Proses perbaikan CP 3A

F. Data Sesudah Perbaikan

Sesudah perbaikan dilakukan dan hasil nilai getaran (vibrasi) CP 3A menjadi *Good/ Normal*, dapat dilihat perbandingan nilai getaran (vibrasi) pada tabel 4.4 dan tabel 4.5 dibawah ini:

Tabel 4.4 Nilai pengukuran getaran (vibrasi) Motor CP3A sebelum dan sesudah perbaikan

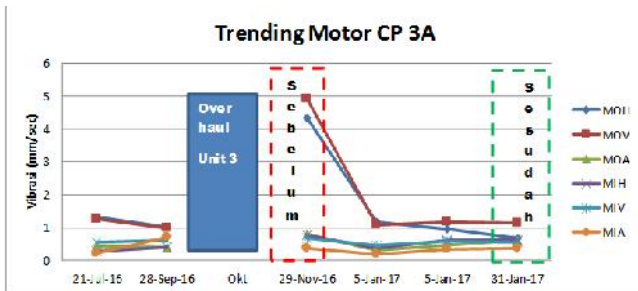
MOTOR	Sebelum Perbaikan (mm/sec)				Sesudah Perbaikan (mm/sec)		
	21-Jul-16	28-Sep-16	Okt-16	29-Nov-16	5-Jan-17	5-Jan-17	31-Jan-17
MOH	1.323	1.001	Over haul Unit 3	4.337	1.168	0.999	0.689
MOV	1.253	0.97		4.903	1.066	1.184	1.153
MOA	0.421	0.412		0.806	0.322	0.477	0.602
MII	0.291	0.414		0.756	0.361	0.623	0.619
MIV	0.57	0.604		0.693	0.478	0.601	0.552
MLA	0.221	0.706		0.374	0.19	0.331	0.379

Tabel 4.5 Nilai pengukuran getaran (vibrasi) Pompa CP3A sebelum dan sesudah perbaikan

POMPA	Sebelum Perbaikan (mm/sec)				Sesudah Perbaikan (mm/sec)		
	21-Jul-16	28-Sep-16	Okt-16	29-Nov-16	5-Jan-17	5-Jan-17	31-Jan-17
POH	0.095	0.437	Over haul Unit 3	0.141	No Load Test	0.097	0.126
POV	0.14	0.157		0.111		0.099	0.118
POA	0.116	0.054		0.408		0.059	0.079
PLI	0.491	0.485		0.751		0.396	0.474
PIV	0.508	0.536		0.453		0.442	0.4
PLA	0.31	0.291		0.389		0.293	0.313

G. Trending Sesudah Perbaikan

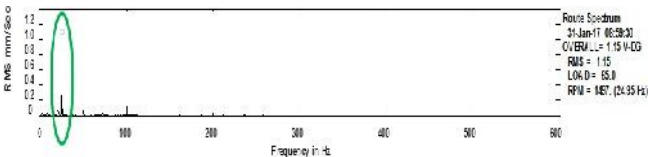
Nilai *amplitudo* sesudah perbaikan mengalami penurunan yang signifikan yaitu dari 4,903 mm/s menjadi 1,153 mm/s pada tanggal 31 Januari 2017 (Tabel 4.4) sehingga *trending* yang dihasilkan sesudah Perbaikan CP 3A adalah sebagai berikut:



Gambar 4.10 Trending data Motor CP 3A sebelum dan sesudah perbaikan

H. Spektrum Sesudah Perbaikan

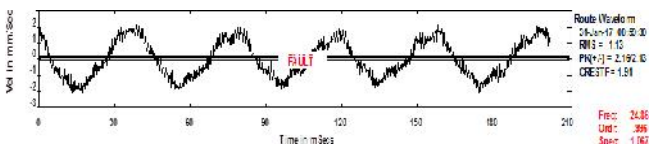
Data *spectrum* menunjukkan penurunan yang signifikan dari 4,903 mm/sec (*Satisfactory/Fair*) menjadi 1,153 mm/sec (*Good/ Normal*) pada tanggal 31 Januari 2017 sisi *Motor Outboard Vertical (MOV)*



Gambar 4.11 Spectrum sesudah perbaikan Posisi MOV bulan Januari 2017

I. Analisa Waveform Sesudah Perbaikan

Data *waveform* pada tanggal 31 Januari 2017 dalam kondisi Normal, dan ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4.12 Waveform MOV bulan Januari 2017

J. Perbandingan Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya

Hasil pembacaan data getaran (vibrasi) *Condensate Pump (CP) 3A* pada tanggal 29 November 2016 posisi *MOV (Motor Outboard Vertical)* mempunyai nilai yang tertinggi 4,903 mm/sec dan sudah memasuki limit *Satisfactory/ Fair* (dalam perhatian) berdasarkan spesifikasi data Motor CP 3A masuk dalam katagori kelas III pada ISO 10816 dan sesudah dilakukan perbaikan melalui metode *balancing* pada tanggal 31 Januari 2017 mempunyai nilai yang tertinggi 1,153 mm/sec dan sudah kembali memasuki *limit Good (Normal)* berdasarkan ISO 10816

VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816					
RMS Vibration velocity		Class I (Up to 15 kW)	Class II (15 kW to 75 kW)	Class III (>75 kW) Rigid	Class IV (>75 kW) Soft
in/sec	mm/sec				
0.02	0.28				
0.02	0.45				
0.03	0.71			Good	
0.04	1.12				1,153
0.07	1.8			Satisfactory	
0.11	2.8				
0.18	4.5				4,903
0.28	7.1			Unsatisfactory	
0.44	11.2				
0.70	18				
0.71	28			Unacceptable	
1.10	45				

○ Nilai getaran (vibrasi) Sebelum Perbaikan
 ○ Nilai getaran (vibrasi) Sesudah Perbaikan

Gambar 4.13 Nilai getaran (vibrasi) CP 3A pada ISO 10816 Sebelum dan Sesudah Perbaikan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari studi kasus ini adalah:

1. Analisa getaran (vibrasi) mempunyai peranan yang sangat penting dalam perawatan suatu mesin, khususnya dalam produksi listrik pada PLTU.
2. *Condensate Pump (CP)* berfungsi untuk mengalirkan air kondensat dari *hotwell* melintasi system air kondensat menuju ke *deaerator*. Sistem kondensat ini mempunyai 2 buah pompa kondensat yaitu satu untuk cadangan (*standby*) dan satu lagi beroperasi.
3. Kerusakan suatu mesin akan menghabiskan waktu dan biaya yang lama dan besar jika kerusakan tersebut tidak dideteksi lebih awal.
4. Kasus *unbalance* atau masa tak seimbang merupakan penyebab terbesar dalam kerusakan motor.
5. Dari hasil pengambilan data analisa getaran (vibrasi) CP 3A periode 21 Juli 2016 sampai dengan 29 November 2016, diperoleh data terbesar yaitu 4,903 mm/s pada posisi *MOV (Motor Outboard Vertical)* dan sesuai dengan standar ISO 10816 sudah masuk dalam zona *Satisfactory/ Fair* (dalam perhatian) mengindikasikan gejala *unbalance* (masa tak seimbang).
6. Setelah dilakukan perbaikan dengan penambahan massa (*balancing*) menggunakan baut, ring, dan mur atau biasa yang disebut

dengan *Trial Weight* (TW) pada *coller fan* sisi rotor *Motor Outboard* CP 3A, maka *amplitudo* getaran (vibrasi) turun sangat signifikan dari 4,903 mm/s pada 29 November 2016 menjadi 1,153 mm/s pada 31 Januari 2017. Dengan demikian motor CP3A dapat dioperasikan dengan status *Good* (Normal).

8. http://mda139.net/coolingwater/images/image_4_054.jpg
Diakses tanggal 23 Mei 2017

B. Saran

Studi kasus ini memiliki beberapa saran diantaranya :

1. Dalam perawatan suatu peralatan, selain menggunakan metode Pemeliharaan *Preventif* (*Preventive Maintenance*) dengan berpatokan pada jam operasi peralatan atau mesin dari pabrikan pembuatnya (*manual book*) juga perlu dilakukan dengan Pemeliharaan *Prediktif* (*Predictive Maintenance*) yang dapat menganalisa getaran (vibrasi) dengan menggunakan alat (*tool*) sehingga bisa diketahui kondisi aktual peralatan atau mesin dari waktu ke waktu sehingga jika terjadi ketidaknormalan peralatan atau mesin dapat di deteksi lebih dini.
2. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kegiatan analisa getaran (vibrasi) antara lain :
 - a. Menentukan tingkat kekritisitas peralatan atau mesin untuk menetapkan jadwal pengambilan data.
 - b. Menentukan sensor getaran (vibrasi) yang dipakai.
 - c. Pembuatan data base berdasarkan data sheet peralatan.
 - d. Menentukan posisi pengambilan data pada setiap peralatan.
 - e. Melakukan analisa dari data yang sudah diambil berdasarkan penyebab dan tingkat keparahannya berdasarkan standar getaran (vibrasi) ISO 10816.

DAFTAR PUSTAKA

1. Eko Setiono, dan Jefri Syanni. *Analisa Vibrasi Dasar. Buku II*, Penerbit PT. PLN (Persero) Udiklat Suralaya, 2013.
2. Eko Setiono, dan Jefri Syanni. *Analisa Vibrasi Dasar. Buku III*, Penerbit PT. PLN (Persero) Udiklat Suralaya, 2013.
3. Budi Riawan, Hilman, dan Erwin. *Pemeliharaan Motor dan Generator*, Penerbit PT. PLN (Persero) Udiklat Suralaya, 2014.
4. Jatmiko, A.B., dan Banito Adiarto. *Buku Pintar Operasi PLTU Tarahan Jilid I*, Penerbit PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Tarahan, 2013.
5. PT. Tiara Vibrasindo Pratama. *Advanced Vibration Training*, Penerbit PT. Tiara Vibrasindo Pratama Jakarta, 2007.
6. Vibrasi Lanjut. *Materi Presentasi CDC PdM KitSBS*. Sebalang, Lampung, 2017.
7. <https://www.reliabilitydirectstore.com/articles.asp?id=122> Diakses tanggal 23 Mei 2017

JURNAL TEKNIK MESIN

Terbit dua kali dalam setahun pada bulan oktober dan april. Diterbitkan oleh Universitas Bandar Lampung. Jurnal Teknik Mesin berisi karya-karya riset ilmiah mengenai bidang ilmu Teknik Mesin.

PELINDUNG

Dr. Ir. H. M. Yusuf Barusman, M. B. A.

PENASEHAT

Ir. Juniardi, M.T.

PENANGGUNG JAWAB

Muhammad Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

DEWAN REDAKSI

Ir. Indra Surya, M.T

Ir. Zein Muhammad, M.T

Riza Muhida, S.T., M.Eng., Ph.D

Ir. Najamudin, MT.

Witoni, ST, MM.

Harjono Saputro, ST, MT.

MITRA BESTARI

Prof. Dr. Erry Y. T. Adesta (Internasional islamic university malaysia)

Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, ST, MT. (Unila)

Dr. Amrizal, ST, MT. (Unila)

EDITOR

Kunarto, ST, MT

SEKRETARIAT

Ir. Bambang Pratowo, MT.

Suroto Adi

GRAFIS DESAIN

Nofen Bagus Kurniawan

PENERBIT

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Univesitas Bandar Lampung

Alamat Redaksi : Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Bandar Lampung
Jalan ZA Pagar Alam No 26, Labuhan Ratu
Bandar Lampung 35142
Telp./Faks. : 0721-701463 / 0721-701467
Email : teknikmesin@ubl.ac.id



9 772087 383000 3