

**ANALISA SINYAL VIBRASI UNTUK MENDETEKSI
KERUSAKAN PADA CONDENSATE PUMP DI PLTU
AIR ANYIR BANGKA**

*Analysis of Vibration Signals to Detect Breakdown to the Condensate Pump in
PLTU Air Anyir Bangka*

Laporan ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan
Diploma IV program studi Teknik Mesin dan Manufaktur
di Jurusan Teknik Mesin

Oleh

Abi Wahyudi

NIM : 1041701



POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

2021

**ANALISA SINYAL VIBRASI UNTUK MENDETEKSI
KERUSAKAN PADA CONDENSATE PUMP DI PLTU
AIR ANYIR BANGKA**

*Analysis of Vibration Signals to Detect Breakdown to the Condensate Pump in
PLTU Air Anyir Bangka*

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan
Diploma IV program studi Teknik Mesin dan Manufaktur
di Jurusan Teknik Mesin

Oleh :

Abi Wahyudi

NIM : 1041701



POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

2021

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR
ANALISA SINYAL VIBRASI UNTUK MENDETEKSI
KERUSAKAN PADA CONDENSATE PUMP DI PLTU
AIR ANYIR BANGKA

Penulis :

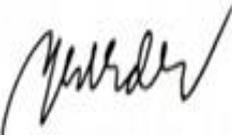
ABI WAHYUDI

NIM : 1041701

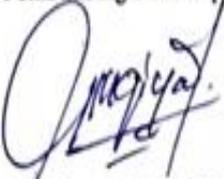
Penguji :

1. Ketua : Yulidarta, S.S.T., M.T.
2. Anggota 1 : Sugiyarto, S.S.T., M.T.
3. Anggota 2 : Rodika, S.S.T., M.T

Pembimbing Utama,


Yulidarta, S.S.ST.,M.T.
NIP : 207198017

Pembimbing Pendamping,


Sugiyarto S.S.ST.,M.T.
NIP : 0230107301



Pristiansyah, S.S.T., M.Eng.
NIP : 198801242019031008

Abstrak

Indonesia merupakan Negara berkembang dengan perkembangan industri yang sangat cepat, seperti industri pembangkit listrik, minyak dan gas, otomotif dan lainnya tumbuh menjamur hingga saat ini. Analisa getaran (vibrasi) merupakan salah satu parameter analisa dalam *predictive maintenance* khususnya digunakan untuk mendeteksi sumber dan gejala kerusakan. Dalam kaitannya dengan hal tersebut Pengambilan data dilakukan menggunakan alat ukur vibrasi CSI 2140 dengan menetapkan *accelerometer* pada titik pengambilan data motor dan pompa *Condensate Pump*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh getaran (vibrasi) terhadap kerusakan yang akan terjadi pada *Condensate Pump* supaya bisa mengantisipasi/menghindari hal yang akan mengakibatkan terjadinya *breakdown maintenance*. Hasil pembacaan data getaran (Vibrasi) *condensate pump* 1B pada posisi MOV (*Motor Outboard Vertical*) dan MOH (*Motor Outboard Horizontal*) mempunyai nilai tertinggi yaitu MOV: 6.21 mm/s dan MOH: 6.01 mm/s dan sudah memasuki limit *unaccaptable* (dalam perhatian) berdasarkan spesifikasi data *Condensate pump* masuk dalam kategori grup 2 rigid 15KW<150 KW pada standar vibrasi ISO 10816-3, dan setelah dilakukan perawatan dengan cara melakukan repair pada unit *Condensate Pump* lalu dilakukan pengukuran getaran didapati nilai tertinggi 1.83 mm/s pada sisi MOV dan memasuki limit *satisfactory* berdasarkan ISO 10816-3,

Kata kunci : Analisa Vibrasi, CSI 2140, *Maintenance*, ISO 10816-3, *Condensate Pump*

Abstrak

Indonesia is a developing country with a very fast industrial development, such as the power generation, oil and gas, automotive and other industries that have grown up to date. Vibration analysis is one of the analysis parameters in predictive maintenance, especially used to detect the source and symptoms of damage. In connection with this, data collection is carried out using a vibration measuring instrument CSI 2140 by setting the Accelerometer at the data collection point for the motor and condensate pump. This research was conducted to determine the effect of vibration what will happen to the condensate pump. In order to anticipate/avoid things that will result in breakdown maintenance. of reading the vibration data of the condensate pump unit 1b on the MOV (Motor Outboard Vertical) and MOH (Motor Outboard Horizontal) positions have the highest values, namely MOV: 6.21 mm/s and MOH: 6.01 mm/s and have entered limit (under attention) based on the condensate pump data spesification are included in the category group 2 rigid 15kw<150kw at the vibration standard ISO 10816-3 and after maintenance was carried out by doing condensate unit then the vibration measurement were taken found the highest value was 1.83 mm/s on the MOV side and entered the statisfactory limit based on ISO 10816-3

*Keywords: Vibration analysis, CSI 2140, Maintenance, ISO 10816-3, ,
Condensate Pump*

Kata Pengantar

Puji syukur dipanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat dan karunia_Nya makalah tugas akhir dengan judul “Analisa Sinyal Vibrasi Untuk Mendeteksi Kerusakan Bearing Pada Condensate Pump Di Pltu Air Anyir Bangka” dapat selesai dengan waktu yang telah di tentukan. Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Diploma IV Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, do’a, serta dukungan moril maupun materil.
2. Bapak Yulidarta, S.S.T., M.T. selaku pembimbing I yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan pengarahan dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Sugiyarto, S.S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan saran - saran dan solusi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Rodika, S.S.T., M.T. selaku penguji yang telah memberikan saran - saran dan solusi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Pristiansyah, S,S,T.,MT. Sebagai Ka Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Dosen-dosen Politeknik Manufaktur Bangka Belitung

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih semoga laporan tugas akhir ini dapat berguna untuk referensi ataupun menambah wawasan khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya

Sungailiat, Februari 2021

Penulis

Daftar isi

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTARCT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Getaran	4
2.2 Karakteristik Getaran	5
2.2.1 Frekuensi Getaran	6
2.3. Pengertian Analisa Vibrasi.....	6
2.4 Analisa Getaran	7
2.5 Pompa.....	8
2.5.1 Pompa Sentrifugal	9

2.5.2.	Prinsip Kerja Pompa sentrifugal	9
2.5.3	Bagian-Bagian utama pompa Sentrifugal	10
2.5.4	Pompa Sentrifugal Multi Stage	12
2.5.5	Pompa ekstraksi Kondensat	12
2.6.	<i>Maintenance</i>	13
2.6.1	<i>Breakdown maintenance</i>	13
2.6.2	<i>preventive maintenance</i>	14
2.6.3	<i>predictive maintenancce</i>	16
2.6.4	<i>condition monitoring</i>	16
2.7	Standar pengukuran vibrasi	16
2.8	Titik pengambilan data	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2	Diagram Alir	19
3.3	Alat	20
3.4	Pelaksanaan Percobaan	22
3.5	Variabel	23
3.6	Metode Penelitian	24
BAB IV PEMBAHASAN.....		25
4.1	Pelaksanaan Penelitian	25
4.2	Persiapan CSI 2140	25
4.3	Pengambilan data	29
4.4	Pengolahan Data	35
4.5	Analisa Trending Data	39
4.6	Analisa Spectrum dan Waveform sisi MOV	41

4.7	Analisa Spectrum dan Waveform sisi MOH.....	42
4.8	Analisa Solo Run Motor.....	43
4.9	Analisa Spectrum dan Waveform Solo Run sisi MOH.....	44
4.10	Rekomendasi Perawatan	46
4.11	Tindak Lanjut	46
4.12	Data Setelah dilakukan Maintenance	50
4.13	<i>Spectrum</i> dan <i>Wavefom</i> Setelah Perawatan Posisi MOV	51
4.14	Perbandingan dengan Hasil pengukuran sebelumnya.....	52
BAB V PENUTUP.....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....		55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 ISO 10816-3	17
3.1 Contoh data vibrasi.....	23
4.1 Nilai Pengukuran Motor dan Pompa CEP 1B.....	39
4.2 Nilai Getaran CEP 1B pada ISO 10816-3	40
4.3 Tabel Solo Run Motor.....	43
4.4 Nilai Pengukuran Sebelum dan Sesudah Perawatan	50
4.5 Nilai Sebelum dan Sesudah Perawatan pada ISO 10816-3.....	52

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
2.1 Getaran pada Sistem Pegas Massa Sederahana.....	4
2.2 Karakteristik Getaran	5
2.3 Bagian-Bagian utama Pompa Sentrifugal	10
2.4 Vertical Pump.....	18
3.1 Diagram Alir	20
3.2 CSI 2140.....	21
3.3 Pompa CEP PLTU Air Anyir.....	22
4.1 Pengaktifan CSI.....	25
4.2 Tampilan awal CSI.....	26
4.3 Penunjukan tombol ALT.....	26
4.4 Tombol untuk Route yang diinginkan.....	27
4.5 Tampilan dalam <i>Route</i>	27
4.6 Tampilan dalam <i>equip list</i>	28
4.7 penghubungan kabel <i>accelerometer</i>	28
4.8 Tombol F1/F7.....	29
4.9 Pengambilan data sisi MOH.....	30
4.10 Pengambilan data sisi MOV.....	31
4.11 Pengambilan data sisi MOA.....	31
4.12 Pengambilan data sisi MIH.....	32
4.13 Pengambilan data sisi MIV.....	32
4.14 Pengambilan data sisi MIA.....	33
4.15 Pengambilan data sisi PIH.....	33

4.16	Pengambilan data sisi PIV.....	34
4.17	Pengambilan data sisi PIA.....	34
4.18	Kabel USB.....	35
4.19	Pemasangan USB ke CSI.....	35
4.20	Pemasangan USB ke PC.....	36
4.21	Proses Penghidupan PC.....	36
4.22	Tampilan awal <i>Software</i>	37
4.23	Proses Penghidupan CSI.....	37
4.24	Tombol F7 untuk transfer.....	38
4.25	Proses pemindan data.....	38
4.26	Trending Amplitudo posisi MOV mengalami Kenaikan.....	41
4.27	Spektrum dan Waveform posisi MOV.....	41
4.28	Spektrum dan Waveform posisi MOH.....	42
4.29	Spektrum dan Waveform Solo Run posisi MOH.....	44
4.30	Spektrum dan Waveform Solo Run posisi MOV.....	44
4.31	Pengangkatan Motor CEP.....	48
4.32	Pembongkaran Motor CEP.....	48
4.33	Pengangkatan Pompa CEP.....	49
4.34	Proses pelepasan Bowel.....	50
4.35	Spektrum dan Waveform setelah Perawatan posisi MOV.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran :

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang dengan perkembangan industri yang sangat cepat, seperti industri pembangkit listrik, minyak dan gas, otomotif dan lainnya tumbuh menjamur hingga saat ini. Industri-industri tersebut banyak menggunakan mesin berputar sebagai mesin utama seperti pompa, kompresor dan turbin menjadi mesin yang memiliki pengaruh paling besar dalam sebuah industri. Dengan pengaruh besar tersebut tentunya kinerja dan performa dari mesin berputar harus dijaga, sehingga pemeliharaan mesin yang baik seharusnya dilakukan oleh industri tersebut untuk menjaga performa mesin dari segala resiko kegagalan yang terjadi.

PLTU Air Anyir Bangka merupakan pembangkit listrik yang sudah lama berdiri sehingga kemungkinan turunnya unjuk kerja setiap peralatan bias terjadi salah satunya pada *Condensate Pump*. Penyebab Turunnya unjuk kerja dari *Condensate Pump* diantaranya adalah Vibrasi, kapasitas air yang masuk pompa, *prasure low*, buruknya operasi dan pemeliharaan. Dengan turunnya unjuk kerja *Condensate Pump* akan memberi dampak suplai air menuju *dearator* berkurang, sehingga efek dari suplai air menuju *dearator* berkurang beban pada unit tidak dapat dinaikan. Dengan kondisi ini perlu adanya pengkajian dan penanganan tentang analisis unjuk kerja *Condensate Pump*. Dari hasil analisis yang didapat nantinya diharapkan akan dilakukan tindak lanjut yang berdampak pada peningkatan unjuk kerja dari *Condensate Pump*.

Condensate pump (CP) adalah salah satu mesin penunjang di suatu PLTU untuk memungkinkannya terjadi suatu sistem kerja Di PLTU. *Condensate pump* (CP) secara sederhana berfungsi untuk mengalirkan air kondensat dari *hotwell* melintasi sistem air kondensat menuju keproses selanjutnya yaitu *deaerator*. Uap air yang selanjutnya berubah fase menjadi air di dalam kondensor memiliki besar tekanan

Nol. Untuk itulah dibutuhkan *Condensate Pump* untuk menaikkan *head* air sehingga dapat tersuplai ke *deaerator* yang letaknya di ketinggian tertentu.

Analisa getaran merupakan salah satu parameter analisa dalam *predictive maintenance* khususnya digunakan untuk mendeteksi sumber dan gejala kerusakan. Dalam kaitannya dengan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kerusakan mesin secara dini dan merekomendasikan perbaikan yang tepat sasaran yang pada akhirnya dapat meminimalisasi biaya perawatan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

Bagaimana analisa sinyal vibrasi bisa mendeteksi kerusakan pada *Condensate pump* ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diberlakukan adalah:

1. Penelitian ini akan dilakukan proses peninjauan kondisi mesin *Condensate Pump* dengan pengukuran getaran.
2. Penelitian dilakukan untuk mendeteksi kerusakan pada mesin *Condensate Pump*.
3. Menggunakan *portable* data dan *collector* CSI 2140 untuk pengambilan data di lapangan.
4. Data akan di ambil dari *Condensate Pump* unit 1b di PT. PLN, PLTU Air anyir Bangka.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

Mengetahui seberapa besar pengaruh getaran (vibrasi) terhadap *condensate pump* dengan CSI seri 2140 sebagai alat untuk pengambilan data dan analisa data getaran.

1.5 Manfaat Penelitian

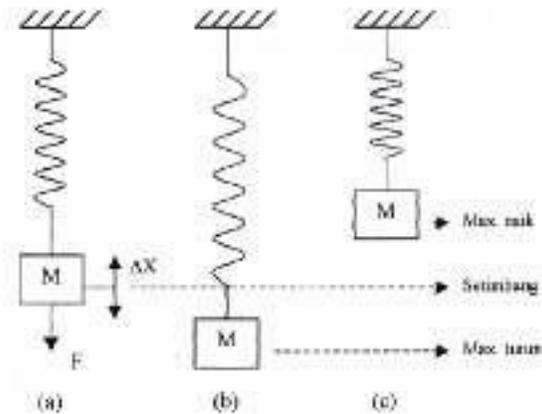
Dalam penelitian ini manfaat yang didapatkan adalah:

1. Sebagai bahan referensi untuk penelitian sejenisnya dalam usaha untuk mengembangkan ilmu pengetahuan tentang vibrasi.
2. Untuk menambah pengetahuan, wawasan, dan pengalaman tentang penelitian getaran pada *Condensate Pump* atau pada mesin rotasi lainnya, dan dilakukan untuk memberikan solusi dalam menjaga *Condensate Pump* agar dapat beroperasi dengan kehandalan dan *life time* yang lebih lama.
3. Mengetahui karakteristik normal atau terjadi kerusakan pada *Condensate Pump* berdasarkan analisa getaran sebelum terjadinya kerusakan mesin.
4. 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.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Getaran

Getaran adalah osilasi periodik dari suatu sistem mekanis. Contoh sederhana fenomena getaran dapat dilihat pada sebuah pegas yang salah satu ujungnya dijepit dan ujung lainnya diberi massa M seperti pada gambar berikut.



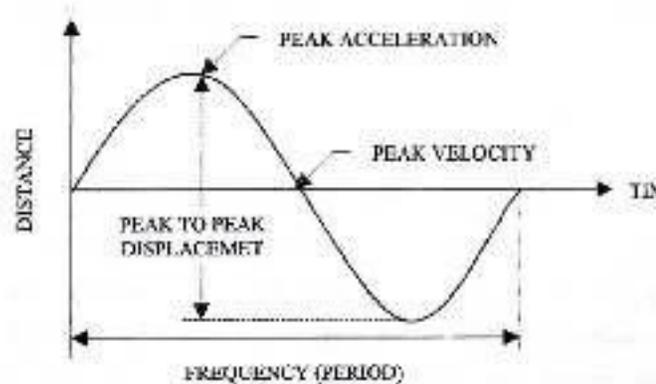
Gambar 2.1 Getaran pada sistem pegas-massa sederhana (KUNTO AJI Hal, 15)

Mula-mula sistem dalam keadaan setimbang (Gambar a). jika massa diberi gaya F maka massa akan turun sampai batas tertentu (Gambar b) perpindahan maksimum posisi massa bergantung pada besarnya gaya F , massa dan kekuatan tarik pegas melawan gaya F tersebut. Jika gaya sebesar F tidak dikenakan lagi pada massa, maka massa akan ditarik keatas oleh pegas karena tenaga potensial yang tersimpan dalam pegas (Gambar c) massa akan kembali ke posisi kesetimbangan, selanjutnya bergerak ke atas sampai batas tertentu. Perpindahan maksimum keatas dipengaruhi oleh kekuatan tarik pegas dan massa benda. Proses tersebut akan berulang sampai tidak ada pengaruh gaya luar pada sistem. Pergerakan massa naik turun ini disebut osilasi mekanis. Berkaitan dengan mesin, getaran (*machinery vibration*) didefinisikan

sebagai gerakan bolak balik dari mesin atau elemen mesin dari posisi setimbang (diam).

2.2 Karakteristik Getaran

Kondisi mesin dan masalah mekanik dapat diketahui dengan mempelajari karakteristik getarannya. Pada suatu sistem pegas-massa, karakteristik getaran dapat dipelajari dengan memplot pergerakan massa terhadap waktu.



Gambar 2.2 Karakteristik Getaran (KUNTO AJI Hal, 16)

Gerakan massa dari posisi netralnya ke batas atas kemudian kembali ke posisi netral (kesetimbangan) dan bergerak lagi ke batas bawah kemudian kembali ke posisi kesetimbangan, menunjukkan gerakan satu siklus, waktu untuk melakukan gerak satu siklus ini disebut periode, sedangkan jumlah siklus yang dihasilkan dalam satu interval waktu tertentu disebut frekuensi. Dalam analisis getaran mesin, frekuensi lebih bermanfaat karena berhubungan dengan Rpm. karakteristik getaran suatu mesin dapat dilihat pada gambar 2.2.

2.2.1 Frekuensi Getaran (*Vibration Frequency*)

Frekuensi adalah jumlah siklus pada setiap satuan waktu. Besarnya dapat dinyatakan dalam siklus per detik (cycles per second) atau siklus per menit (cycles per minute). Frekuensi getaran penting diketahui dalam analisa getaran mesin untuk menunjukkan masalah yang terjadi pada mesin tersebut. Dengan mengetahui frekuensi getaran, akan memungkinkan untuk dapat mengidentifikasi bagian mesin yang rusak (fault) dan sekaligus masalah yang menyebabkannya.

Gaya yang menyebabkan getaran dihasilkan dari gerak berputar elemen mesin. Gaya tersebut berubah dalam besar dan arahnya sebagaimana elemen putar berubah posisinya terhadap titik netral. Akibatnya, getaran yang dihasilkan akan mempunyai frekuensi yang bergantung pada kecepatan putar elemen yang telah mengalami kerusakan. Oleh karena itu, dengan mengetahui frekuensi getaran, akan dapat mengidentifikasi bagian dari mesin yang bermasalah.

Penting untuk diketahui juga, bahwa permasalahan yang berbeda pada suatu mesin menyebabkan frekuensi getaran yang berbeda pula, sehingga permasalahan dasar yang terjadi akan dapat diidentifikasi. Sebagai contoh, kerusakan bantalan akan menyebabkan frekuensi tinggi timbul pada komponen getarannya, *unbalance* dari elemen rotasi akan menghasilkan frekuensi getaran sama dengan kecepatan putar (1x Rpm) elemen tersebut. Contoh lain, kelonggaran mekanis (*mechanical looseness*) akan menghasilkan frekuensi getaran sama dengan dua kali kecepatan putar (2x Rpm).

2.3 Pengertian Analisa Vibrasi

Analisa vibrasi digunakan untuk menentukan kondisi mekanis dan operasional dari peralatan. Vibrasi adalah gerakan, dapat disebabkan oleh getaran udara atau getaran mekanis, misalnya mesin atau alat-alat mekanis lainnya (*J.F.Gabriel, 1996:96*). Keuntungan utama adalah bahwa analisa vibrasi dapat mengidentifikasi munculnya masalah sebelum menjadi serius dan menyebabkan *downtime* yang tidak terencana. Hal ini bisa dicapai dengan melakukan monitoring secara regular terhadap

getaran mesin baik secara kontinyu maupun pada interval waktu yang terjadwal. Monitoring vibrasi secara regular dapat mendeteksi *detorisasi* atau cacat pada bantalan, kehilangan mekanis (*mechanical looseness*) dan gigi-gigi yang rusak atau aus. Analisa vibrasi dapat juga mendeteksi *misalignment* dan (*unbalance*) sebelum kondisi ini menyebabkan kerusakan pada bantalan dan poros.

Trending terhadap tingkat vibrasi dapat mengidentifikasi praktek pemeliharaan yang buruk seperti instalasi dan penggantian bantalan yang buruk, *alignment poros* yang tidak akurat, dan *balancing rotor* yang tidak presisi. Semua mesin yang berputar menghasilkan getaran yang merupakan fungsi dari dinamika permesinan seperti *misalignment* dan *unbalance* dari komponen-komponen rotor. Pengukuran *amplitudo* getaran pada frekuensi tertentu akan menginformasikan tingkat akurasi dari proses *alignment* dan *balancing*, kondisi bantalan atau roda gigi, dan efek mesin yang diakibatkan oleh *resonansi* dari rumah mesin, pipa dan struktur lainnya.

2.4 Analisa Getaran

A. Cara Mendeteksi

Analisa getaran digunakan untuk menentukan oprasi dan kondisi mesin peralatan. Keuntungan utama adalah bahwa analisis getaran dapat mengidentifikasi masalah berkembang sebelum mereka menjadi terlalu serius dan menyebabkan *downtime*.

Semua mesin berputar meghasilkan getaran yang merupakan fungsi dari dinamika mesin, seperti keselarasan dan keseimbangan dari bagian-bagian yang berputar. Mengukur *amplitude* getaran pada *fekuensi* tetentu dapat memberikan informasi berharga tentang kekuatan poros tersebut.

Analisis getaran terdiri dari empat bagian dasar, yaitu:

1. Singal jemput (s), juga disebut transduser
2. Analisa sinyal
3. Analisa perangkat lunak

4. Sebuah komputer untuk analisis data dan penyimpanan

B. Cara Mendiagnosa

Pengukuran getaran dan menganalisa getaran bisa menghemat biaya untuk peralatan, terutama jika anggaran dan tenaga kerja terbatas. Efektifnya sangat bergantung pada seseorang yang mendeteksi suara yang tidak biasa.

Sebuah aplikasi analisa getaran sebagai penerima untuk memverifikasi bahwa perbaikan mesin dilakukan dengan benar. Analisa ini dapat memverifikasi apakah perawatan dilakukan dengan tepat. Informasi tambahan dapat diperoleh dengan memantau mesin secara berkala, misalnya perbulan, pertiga bulan, perenam bulan, pertahun, dan lainnya. Artinya bahwa perbaikan peralatan dapat direncanakan dari mesin mati secara normal hingga mesin mati mendadak.

C. Manfaat

Analisa getaran adalah hal yang sangat penting yang dapat digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan masalah mesin yang berulang. Tren tingkat getaran juga dapat mengidentifikasi praktek produksi yang tidak benar. Pada akhirnya, analisa getaran dapat digunakan pada setiap bagian mesin dari keseluruhan program untuk secara signifikan meningkatkan kehandalan peralatan. Hal ini dapat mencakup penyelarasan lebih tepat dan balancing, instalasi kualitas yang lebih baik dan perbaikan.

2.5 Pompa

Pompa adalah salah satu jenis mesin *fluida* yang berfungsi untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat lain yang diinginkan. Pompa beroperasi dengan membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Pompa juga berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga penggerak menjadi tenaga kinetis (kecepatan). Tenaga ini

berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada di sepanjang aliran.

2.5.1 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal merupakan pompa yang menggunakan *impeller* sebagai penggerak utama. *Impeller* yang di pasang pada salah satu ujung poros dan pada ujung yang lain dipasang kopling untuk meneruskan daya dari penggerak. Bentuk *impeller* yang dipasang menyebabkan aliran fluida yang keluar dari pompa akan membentuk aliran yang tegak lurus terhadap poros pompa. Pada pompa *sentrifugal* terdapat *mechanical seal* yang digunakan untuk mencegah kebocoran fluida keluar atau udara masuk ke dalam pompa.

2.5.2 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Prinsip kerja pompa ini adalah fluida memasuki nosel pada sisi masuk menuju titik tengah impeler yang berputar. Ketika berputar, impeler akan memutar cairan yang ada dan mendorongnya keluar antara dua siripnya, serta menciptakan percepatan sentrifugal. Ketika cairan meninggalkan titik tengah impeler, menciptakan daerah bertekanan rendah sehingga cairan dibelakangnya mengalir ke arah sisi masuk. Karena sirip impeler berbentuk kurva, cairan akan terdorong ke arah tangensial dan radial oleh gaya sentrifugal terlihat.

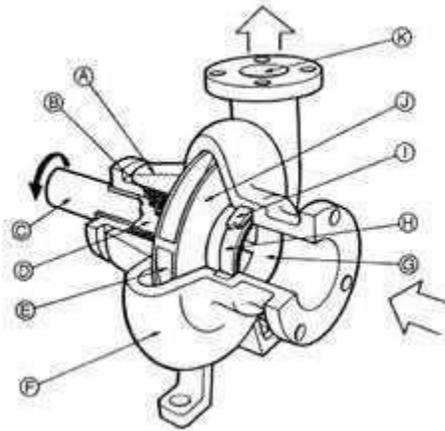
Gaya ini terjadi di dalam pompa seperti halnya yang dialami air dalam ember yang diputar diujung seutas tali. Intinya adalah bahwa energi yang diciptakan oleh gaya sentrifugal adalah energi kinetik. Jumlah energi yang diberikan ke cairan sebanding dengan kecepatan pada piringan luar impeler. Semakin cepat impeler berputar maka semakin besar energi diberikan kepada cairan.

Energi kinetik cairan yang keluar dari impeler tertahan dengan penciptaan terhadap aliran. Tahanan pertama diciptakan oleh rumah pompa (*volute*) yang menangkap cairan dan memperlambatnya. Pada nosel keluar, cairan makin

diperlambat dan kecepatannya diubah menjadi tekanan sesuai dengan prinsip Bernoulli.

2.5.3 Bagian-bagian Utama Pompa Sentrifugal

Secara umum bagian-bagian utama pompa sentrifugal yang tersaji pada Gambar di bawah ini.



Gambar 2.3 Bagian utama pompa sentrifugal

(<http://uripgumulya.com/berbagai-komponen-dalam-pompa-sentrifugal>)

Keterangan :

A. *Stuffing Box*

Stuffing Box berfungsi untuk mencegah kebocoran pada daerah dimana poros pompa menembus casing.

B. *Packing*

Digunakan untuk mencegah dan mengurangi kebocoran cairan dari casing pompa melalui poros. Biasanya terbuat dari asbes dan teflon.

C. *Shaft (poros)*

Poros berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari penggerak selama beroperasi dan tempat kedudukan *impeller* dan bagian-bagian berputar lainnya.

D. *Shaft sleeve*

Shaft sleeve berfungsi untuk melindungi poros dari erosi, korosi dan keausan pada *stuffing box*. Pada pompa *multi stage* dapat sebagai *leakage joint*, *internal bearing*, dan *interstage* atau *distance sleever*.

E. *Vane*

Sudu dari impeler sebagai tempat berlalunya cairan pada impeler.

F. *Casing*

Merupakan bagian paling luar dari pompa yang berfungsi sebagai pelindung elemen yang berputar, tempat kedudukan *diffusor (guide vane)*, *inlet* dan *outlet nozel* serta tempat memberikan arah aliran dari impeler dan mengkonversikan energi kecepatan cairan menjadi energi dinamis (*single stage*).

G. *Eye of Impeler*

Bagian sisi masuk pada arah isap impeler.

H. Impeler

Impeler berfungsi untuk mengubah energi mekanis dari pompa menjadi energi kecepatan pada cairan yang dipompakan secara berkelanjutan, sehingga cairan pada sisi isap secara terus menerus akan masuk mengisi kekosongan akibat perpindahan dari cairan yang masuk sebelumnya.

I. *Casing Wearing Ring*

Wearing ring berfungsi untuk memperkecil kebocoran cairan yang melewati bagian depan impeler maupun bagian belakang impeler, dengan cara memperkecil celah antara casing dan impeler.

2.5.4 Pompa *Sentrifugal Multi Stage*

Pompa ini menggunakan beberapa impeler yang dipasang secara berderet (seri) pada satu poros. Prinsip kerja dari pompa *multistage* yaitu air terhisap oleh impeler. Air yang masuk impeler ikut berputar dan terdorong oleh sudu-sudu impeler dan membentuk gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal tersebut membuat air menjauhi lingkaran dan menuju *diffuser* dengan kecepatan tinggi. Pada *diffuser* energi kecepatan berubah menjadi energi tekanan. Air yang meninggalkan titik tengah impeler menimbulkan kevakuman pada tengah impeler sehingga dapat menghisap air. Prinsip kerja pada impeler kedua sama dengan impeler pertama. Pada impeler terakhir atau impeler ke enam air keluar pada sisi *discharge*. *Head* total pompa ini merupakan jumlah dari *head* yang dihasilkan oleh masing-masing impeler sehingga lebih tinggi dari pompa *single stage*. Pemasangan *diffuser* pada rumah pompa banyak tingkat lebih menguntungkan daripada dengan rumah *volut*, karena aliran dari satu tingkat ke tingkat berikutnya lebih mudah dilakukan.

2.5.5 Pompa Ekstraksi Kondensat

Pompa ekstraksi kondensat lebih dikenal dalam bahasa Inggris dengan nama *Condensate Extraction Pump* (CEP). Pompa ini menjadi salah satu pompa yang keberadaannya sangat penting di siklus pembangkit listrik tenaga uap air.

CEP secara sederhana berfungsi untuk mensuplai kondensat udara yang berasal dari kondensor menuju ke proses selanjutnya, yaitu *Deaerator* dan *feed water tank*. Uap udara yang selanjutnya berubah fase menjadi udara di dalam kondensor dengan tekanan nol atau vakum yang besar. Yang dibutuhkan CEP untuk menaikkan head air sehingga dapat tersuplai ke *dearator* yang mengukur di ketinggian tertentu.

CEP sendiri berjenis pompa sentrifugal dengan sumbu/poros vertikal dan bertingkat. Digunakannya pompa sentrifugal karena cocok dengan kebutuhannya pada kondisi yang bertekanan dan volume tinggi, serta hanya dibutuhkan kepala hisap yang minimum untuk beroperasi.

2.6 Maintenance

Untuk memperpanjang umur pakai suatu peralatan dapat dilakukan dengan perbaikan berkala atau perawatan yang sering disebut *maintenance*. *Maintenance* dapat diartikan sebagai kegiatan memelihara atau menjaga fasilitas maupun peralatan dan mengadakan perbaikan yang diperlukan agar fasilitas atau peralatan tersebut memiliki *lifetime* atau waktu operasi yang maksimal. *Maintenance* juga merupakan suatu fungsi dalam suatu industri yang tidak kalah penting dibanding fungsi-fungsi lain seperti produksi karena fungsi-fungsi tersebut saling berkaitan untuk memenuhi tujuan suatu industri.

2.6.1 Breakdown Maintenance

Breakdown atau *corrective maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas maupun peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik dan benar. Kegiatan *breakdown maintenance* yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau repair.

Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya *preventive maintenance* ataupun telah dilakukan tetapi sampai pada waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi, dalam hal ini, kegiatan *maintenance* sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dahulu, baru kemudian diperbaiki. Maksud dari tindakan perbaikan ini adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi sehingga proses produksinya dapat berjalan lancar kembali.

Apabila perusahaan hanya mengambil kebijaksanaan untuk melakukan *breakdown maintenance* saja, maka terdapatlah faktor ketidakpastian (*uncertainty*) dalam kelancaran proses produksinya akibat ketidakpastian akan kelancaran bekerjanya fasilitas atau peralatan produksi yang ada. Oleh karena itu, kebijaksanaan

untuk melaksanakan *breakdown maintenance* saja tanpa *preventif maintenance* akan menimbulkan akibat-akibat yang dapat menghambat ataupun memacetkan kegiatan produksi apabila terjadi suatu kerusakan yang tiba-tiba pada fasilitas produksi yang digunakan.

Kelihatannya bahwa *breakdown maintenance* adalah lebih murah biayanya dibandingkan dengan *preventive maintenance*. Hal ini benar adanya selama kerusakan belum terjadi pada fasilitas atau peralatan sewaktu proses produksi berlangsung. Namun, bilamana kerusakan terjadi pada peralatan selama proses produksi berlangsung, maka akibat dari kebijaksanaan dengan menerapkan *breakdown maintenance* saja akan jauh lebih parah kerugiannya daripada *preventive maintenance*. Oleh karena *breakdown maintenance* mahal, maka sedapat mungkin harus dicegah dengan mengintensifkan *preventive maintenance*. Selain itu, perlu dipertimbangkan bahwa dalam jangka panjang untuk mesin-mesin yang mahal dan termasuk pada *critical unit* dari proses produksi, bahwa *preventive maintenance* akan lebih menguntungkan daripada hanya menerapkan kebijakan *breakdown maintenance* saja.

2.6.2 Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Dengan demikian, semua fasilitas produksi yang mendapatkan *preventive maintenance* akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat sehingga dapatlah dimungkinkan bahwa pembuatan suatu rencana dan *schedule* pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih cepat. *Preventive maintenance* ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat

efektif di dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk pada golongan *critical unit*.

Preventive maintenance dilaksanakan pada fasilitas-fasilitas atau peralatan yang termasuk dalam *critical unit*, maka tugas-tugas *maintenance* dapatlah dilakukan dengan suatu perencanaan yang intensif untuk unit yang bersangkutan sehingga rencana produksi dapat dicapai dengan jumlah hasil produksi yang lebih besar dalam waktu yang relatif singkat. Dalam praktiknya, *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas:

Routine Maintenance

Periodic Maintenance

Routine maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin, misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan ini adalah pembersihan fasilitas maupun peralatan, pelumasan, serta pemeriksaan bahan bakarnya dan mungkin termasuk pemanasan (*warming-up*) mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai beroperasi sepanjang hari.

Periodic maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap bulan sekali, dan akhirnya setiap setahun sekali. *Periodic maintenance* dapat pula dilakukan dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai jadwal kegiatan, misalnya setiap seratus jam kerja mesin sekali atau seterusnya. Jadi, sifat kegiatan *maintenance* ini tetap secara periodik atau berkala. Kegiatan ini jauh lebih berat daripada *routine maintenance*. Sebagai contoh untuk kegiatan *periodic maintenance* adalah pembongkaran karburator atau pembongkaran alat-alat dibagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan silinder mesin, dan pembongkaran mesin ataupun fasilitas tersebut untuk penggantian *bearing*, serta service dan overhaul kecil maupun besar

2.6.3 Predictive Maintenance

Predictive maintenance adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk memonitor akan terjadinya kerusakan pada peralatan dengan menggunakan peralatan khusus (*non destructive test instrument*) untuk menentukan kapan peralatan tersebut akan terjadi kerusakan dan dilakukan pencegahan sejak dini. Peralatan khusus yang dilakukan biasanya analisis getaran, infra merah, *thermographs* (alat pengukur panas) atau deteksi *ultrasonic*.

Predictive maintenance merupakan suatu proses pemeliharaan berdasarkan pendekatan pada pengakuan kondisi peralatan, dengan menilai apakah suatu peralatan akan gagal selama beberapa periode masa yang akan datang dan kemudian mengambil tindakan pencegahan untuk menghindari konsekuensi dan kegagalan itu.

2.6.4 Condition Monitoring

Condition monitoring adalah proses memonitor kondisi dari sebuah mesin sehingga bisa diketahui kondisi dari mesin apakah dalam kondisi baik atau mulai ada gejala rusak. Dengan kata lain: *medical check up* nya Mesin.

Salah satu prinsip dalam dunia *maintenance* adalah “kerusakan terburuk adalah kerusakan yang kita tidak siap untuk menghadapinya”. Dengan melakukan *condition monitoring*, diharapkan industri dapat merencanakan tindakan persiapan lebih lanjut agar dapat menghindari terjadinya kerugian yang tidak perlu.

2.7 Standar Pengukuran Getaran

Vibration severity atau level getaran merupakan nilai yang menggambarkan tinggi rendahnya nilai getaran dari suatu mesin

Dalam tugas akhir ini kita menggunakan standar getaran suatu peralatan yaitu ISO (*international standart organization*). Standard indicator yang digunakan untuk pengukuran getaran dalam penelitian ini adalah ISO 10816-3. standart ini dapat digunakan untuk menentukan tingkat getaran yang dapat diterima bagi berbagai kelas permesinan. Dengan demikian, untuk menggunakan standart ini, pertama-tama perlu

mengklasifikasikan permesinan yang akan di uji sesuai tabel 2.1 yang menunjukkan pedoman bagi kelayakan permesinan ISO 10816-3.

Tabel 2.1 Pedoman bagi kelayakan pemesanan ISO 10816-3
(www://studocu.com/id/document/institute-teknologi-bandung)

Kondisi Getaran				Kategori
1	2	3	4	
Merah	Merah	Merah	Merah	Kerusakan yang parah
Kuning Muda	Kuning Muda	Kuning Muda	Kuning Muda	
Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	
Hijau	Hijau	Hijau	Hijau	

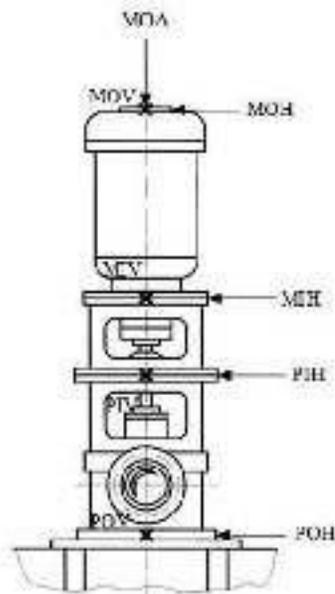
Legenda:
Hijau: Kondisi sangat baik, getaran di bawah yang diijinkan.
Kuning Muda: Kondisi baik, getaran dapat dioperasikan tanpa larangan.
Kuning Tua: Kondisi dalam batas toleransi, hanya dioperasikan dalam waktu terbatas.
Merah: Kondisi dalam batas berbahaya, dapat terjadi kerusakan sewaktu-waktu.

Tabel 2.1 Dapat mengaitkan kondisi kerusakan permesinan dengan getaran sebagai monitoring perawatan berbasis kondisi.

Untuk mengklasifikasikan tingkat keparahan sesuai dengan kelas permesinan, sebagai berikut:

1. Zona A berwarna hijau, getaran dari mesin sangat baik dan dibawah getaran yang diijinkan.
2. Zona B berwarna kuning muda, getaran dari mesin baik dan dapat dioperasikan tanpa larangan.
3. Zona C berwarna kuning tua, getaran dari mesin dalam batas toleransi dan hanya dioperasikan dalam waktu terbatas.
4. Zona D berwarna merah, getaran dari mesin dalam batas berbahaya dan dapat terjadi kerusakan sewaktu-waktu.

2.8 Konvensi Titik Pengukuran



Gambar 2.4 *Vertical pump*

(Instruksi kerja (IK) PJB-PJBS-IMS Hal, 26 dari 28)

Keterangan:

1. Motor *outboard horizontal* (MOH), dan motor *outboard vertical* (MOV)
2. Motor *Inboard horizontal* (MIH), dan motor *Inboard vertical* (MIV)
3. Pump *Inboard horizontal* (PIH), dan *Pump Inboard vertical* (PIV)
4. Pump *Outboard horizontal* (POH), dan *Pump Outboard vertical* (POV)
5. Motor *Outboard Axial* (MOA)

Inboard = Dekat dari kopling

Outboard = jauh dari kopling

BAB III

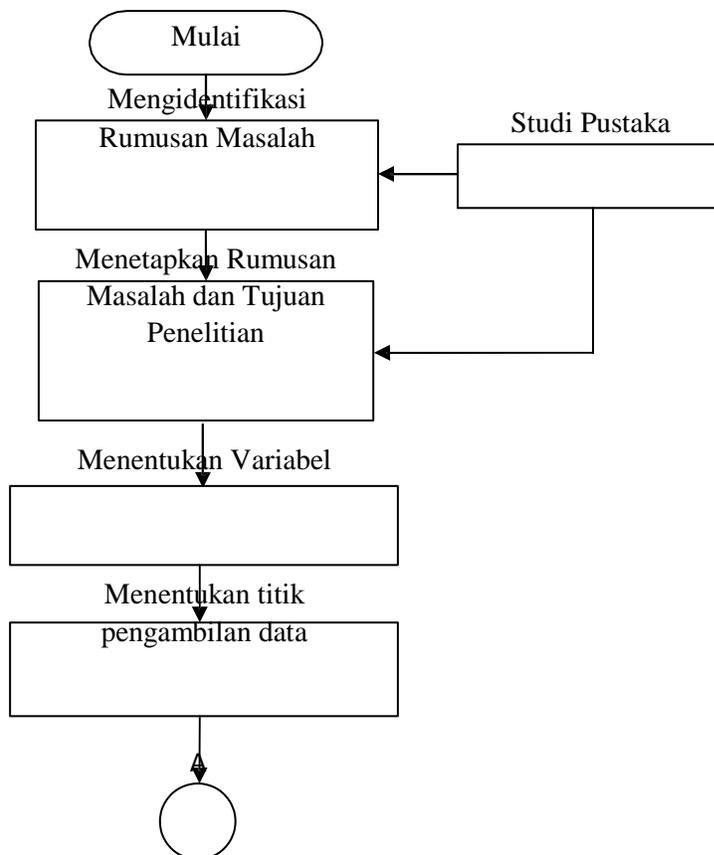
METODELOGI PENELITIAN

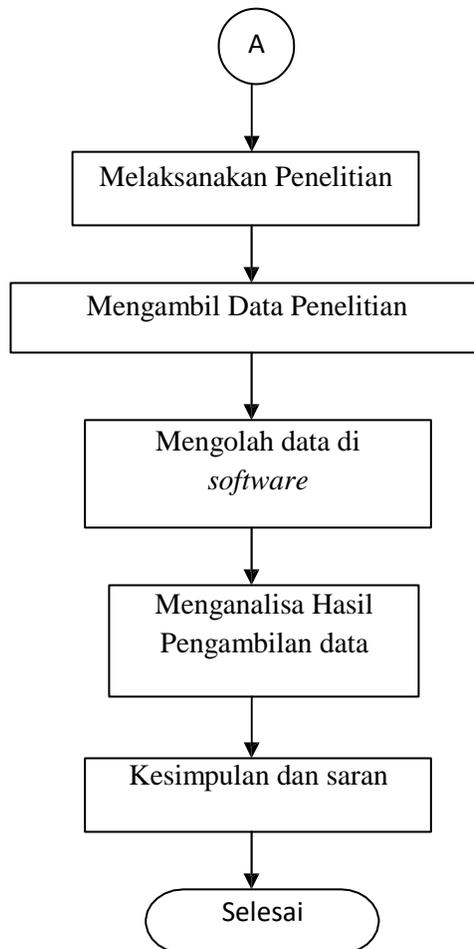
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sektor *condensate pump* PT. PLN, PLTU Air anyir Bangka pada bulan Desember 2020 – Januari 2021

3.2 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penyelesaian dalam penelitian ini dilakukan sesuai dengan Diagram Alir dibawah ini





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

A. *CSI Analyzer* SERI 2140

CSI (computational system incorporated) Analyzer SERI 2140 ini adalah alat untuk pengambilan data vibrasi pada mesin *condensate pump*



Gambar 3.2 CSI Seri 2140

B. *Software* dan komputer/PC

Software yang di gunakan untuk pengolahan data di *condensatepump* menggunakan *software* AMS dan komputer/PC yang berfungsi untuk pengolahan data, dimana data yang telah terekam di CSI 2140 akan dipindahkan dan diolah untuk analisis lebih lanjut

C. Alat pelindung diri (APD)

APD digunakan untuk alat perlindungan diri, seperti:

- Helm
- Sepatu (*safety*) dan
- Sarung tangan

D. Pompa

Pompa disini berfungsi sebagai media pengambilan data, dan mesin yang akan di teliti pada proyek Tugas Akhir kali ini. Pompa yang berada di sektor *Condensate Pump* ini adalah pompa jenis sentrifugal.



Gambar 3.3 Pompa CEP PLTU Air anyir

3.4 Pelaksanaan Percobaan

Persiapan peralatan:

- a. Persiapan alat perlindungan diri
- b. Mempersiapkan CSI 2140 sebagai alat ukur
- c. Mempersiapkan pompa yang akan diukur vibrasinya, pompa yang diukur dalam kondisi *running*/beroperasi dengan kecepatan putar yang ditentukan industri dan tidak berubah-ubah
- d. Penentuan titik pengambilan data
- e. Proses pengambilan data *condensate pump*
- f. Pemandahan dan pengolahan data ke *software* untuk analisis lebih lanjut

Tabel 3.1 Contoh data vibrasi pada bulan September 2020

KODAS	KETERANGAN	VIBRASI		KONDISI		REMARKS	TENDENCY	STATUS
		MM/S	MM/S	1000	5000			
0024	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0025	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0026	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0027	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0028	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0029	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0030	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0031	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0032	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0033	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0034	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0035	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0036	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0037	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0038	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0039	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0040	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0041	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0042	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0043	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0044	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0045	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0046	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0047	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0048	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0049	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0050	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0051	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0052	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0053	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0054	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0055	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0056	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0057	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0058	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0059	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0060	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0061	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0062	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0063	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0064	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0065	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0066	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0067	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0068	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0069	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0070	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0071	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0072	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0073	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0074	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0075	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0076	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0077	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0078	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0079	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0080	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0081	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0082	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0083	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0084	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0085	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0086	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0087	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0088	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0089	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0090	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0091	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0092	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0093	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0094	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0095	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0096	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0097	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0098	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0099	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good
0100	Motor Condensate Pump	0.05	0.03	2.00	2.00	0.00		Good

3.5 Variabel Pengukuran

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variabel tetap, variabel berubah dan variabel respon.

3.5.1 Variabel Tetap

Variabel tetap yaitu: untuk setiap pengukuran *monitoring* getaran motor dan pompa *Condensate pump* dalam keadaan *tercouple (Couple Test)* dalam status “*Good*” pada ISO 10816 dilakukan dalam periode yang telah ditetapkan industri sambil memantau perkembangan status kondisi *Condensate pump*.

3.5.2 Variabel Berubah

Variabel berubah yaitu: untuk setiap pengukuran *monitoring* getaran motor dan pompa *Condensate pump* dalam keadaan *tercouple (Couple Test)* dalam status “*Satisfactory*” atau mendekati “*Unsatisfactory*” pada ISO 10816 dilakukan dalam periode yang telah ditetapkan industri tergantung perkembangan status kondisi *Condensate pump* kemudian jika *trending* nilai getaran makin naik maka penelitian dilanjutkan dengan variabel Respon.

3.5.3 Variabel Respon

Variabel respon yaitu: untuk setiap pengukuran getaran (vibrasi) hanya Motor *Condensate pump* dalam keadaan tidak *tercouple (Uncouple Test)* dalam status “*Satisfactory*” atau mendekati “*Unsatisfactory*” pada ISO10816 dilakukan dalam periode beberapa kali perhari padasaat pengetesan untuk menganalisa indikasi gejala kerusakan *Condensate pump* yang digunakan sebagai tindak lanjut perbaikan.

3.6 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen (*Experimen*) untuk mengetahui pengaruh getaran terhadap performa dari *Condensate Pump* (CP) PLTU Air Anyir. Metode yang digunakan adalah mengambil data getaran secara rutin dan berkala mulai dari waktu yang dijadwalkan sampai dengan waktu yang telah ditetapkan.

Pengambilan data dilakukan menggunakan alat ukur vibrasi CSI 2140 dengan menetapkan *accelerometer* pada titik pengambilan data motor dan pompa *Condensate Pump*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh getaran terhadap kerusakan yang akan terjadi pada *Condensate Pump* supaya bisa mengantisipasi/menghindari hal yang akan mengakibatkan terjadinya *breakdown maintenance*. Data dan informasi pendukung diperoleh dari kajian artikel, jurnal dan wawancara yang diperoleh dari internet dan survei untuk menambah informasi yang diperlukan atau dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dapat dibagi dalam beberapa tahap. Secara umum tahapannya adalah persiapan CSI 2140 sebagai alat ukur, pengambilan data dan pengolahan data.

4.2 Persiapan CSI 2140

Tahap-tahap persiapan CSI 2140 adalah sebagai berikut:

- a. Menginformasikan ke oprator pada saat akan melakukan pengambilan data
- b. Catat kondisi mesin apabila diperlukan
- c. Cari jenis peralatan yang akan diambil datanya dengan cara:
 - Aktifkan CSI 2140 dengan cara menekan tombol Power



Gambar 4.1 Pengaktifan CSI

- Tunggu hingga tampilan berubah menjadi awal tampilan layar CSI 2140 berikut.



Gambar 4.2 Tampilan awal CSI

- Untuk mengganti peralatan yang diinginkan dalam pengambilan data vibrasi, tekan ALT.



Gambar 4.3 Penunjukan tombol ALT

- Tampilan akan memperlihatkan unit 1, unit 2 dan *common* unit, selanjutnya kita akan mencari peralatan *Condensate Pump 1B* pada *route*.

Tekan F8 untuk pindah ke atas, tekan F9 untuk pindah ke bawah, dan tekan F2 atau *Activate Route* pada *touchscreen* untuk membuka *route* yang diinginkan.



Gambar 4.4 Tombol untuk Route yang diinginkan

- Setelah *route* dibuka, maka tampilan akan menampilkan peralatan yang paling pertama, maka tekan F3 (*Equip List*) untuk mencari *condensate Pump 1B*.



Gambar 4.5 Tampilan dalam *Route*

- Inilah tampilan di dalam *equip list*. Tekan F8 atau F9 untuk mencari *condensate Pump 1B*.



Gambar 4.6 Tampilan dalam *equip list*

- Ketika *condensate Pump 1B* sudah ditemukan, tekan F2 (*Activate Equip*). Hubungkan kabel *accelerometer* dengan CSI 2140 dengan menggunakan koneksi 6-pin atau BNC.



Gambar 4.7 Penghubungan kabel *accelerometer*

- Tekan tanda panah diatas F1 / F7 untuk mengambil data pada titik pengambilan pertama, dimana untuk *equipment* ini adalah motor *outboard horizontal*.



Gambar 4.8 Tombol F1/F7

- Lakukan pengambilan data pada semua titik hingga titik tersebut habis dalam satu peralatan. CSI 2140 ini sudah langsung otomatis akan pindah ke titik berikutnya setelah pengambilan data suatu titik selesai. Tekan F1 (*Previous Point*) untuk menuju ke titik sebelumnya atau tekan F7 (*Next Point*) untuk menuju ke titik berikutnya.

4.3 Pengambilan Data

Tahap-tahap pengambillan data adalah sebagai berikut:

- a. Tempatkan accelerometer pada titik pengukuran yang sudah di tentukan sesuai ISO 18016-1. (Titik pengukuran terlampir) Pastikan titik pengukuran dalam kondisi bersih dan kering. Hindari hentakan keras saat meletakkan *accelerometer* karena akan mengakibatkan kerusakan pada *accelerometer*.

- b. Berikut tata cara pengambilan data getaran :
- Siapkan CSI 2140 yang sudah penuh baterainya dengan tanda ketika sedang diisi baterainya dengan indikasi lampu merah berkedip – kedip dan membawa *accelerometer*.
 - Selanjutnya adalah melakukan pengambilan data pada titik-titik yang telah ditentukan Pengambilan data sisi Motor *Outboard Horizontal*



Gambar 4.9 Pengambilan data sisi MOH

- Pengambilan data sisi Motor *Outboard Vertical*



Gambar 4.10 Pengambilan data sisi MOV

- Pengambilan data sisi Motor *Outboard Axial*



Gambar 4.11 Pengambilan data sisi MOA

- Pengambilan data sisi Motor *Inboard Horizontal*



Gambar 4. 12 Pengambilan data sisi MIH

- Pengambilan data sisi Motor *Inboard Vertical*



Gambar 4.13 Pengambilan data sisi MIV

- Pengambilan data sisi Motor *Inboard Axial*



Gambar 4.14 Pengambilan data sisi MIA

- Pengambilan data sisi Pompa *Inboard Horizontal*



Gambar 4.15 Pengambilan data sisi PIH

- Pengambilan data sisi Pompa *Inboard Vertical*



Gambar 4.16 Pengambilan data sisi PIV

- Pengambilan data sisi Pompa *Inboard Axial*



Gambar 4.17 Pengambilan data sisi PIA

4.4 Pengolahan Data

Upload data vibrasi *software* AMS. Berikut cara mengupload data ke *software* AMS :

- Siapkan kabel konektor CSI 2140 (micro USB), CSI 2140 dan PC vibrasi yang sudah terinstall *software* AMS.



Gambar 4.18 Kabel USB

- Pasang kabel konektor ke CSI2140.



Gambar 4.19 Pemasangan USB ke CSI

- Pasang kabel konektor ke PC vibrasi



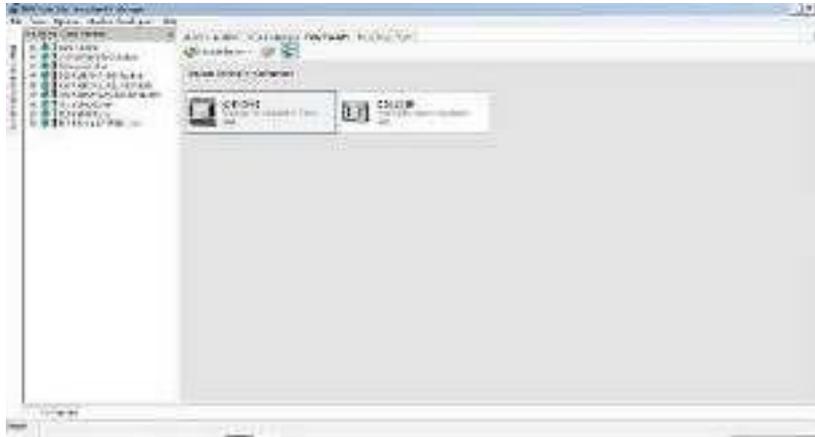
Gambar 4.20 Pemasangan USB ke PC

- Hidupkan laptop vibrasi dan buka *software* AMS.



Gambar 4.21 Proses Penghidupan PC

- Klik pada tab “*Data Transfer*”



Gambar 4.22 Tampilan awal *Software*

- Aktifkan CSI 2140 dengan menekan tombol *power*, Tampilan pertama adalah peralatan yang terakhir diambil, lalu tekan tombol **ALT**.



Gambar 4.23 Penghidupan CSI

- Tekan F7 *Connect For Transfer* dan cek juga sambungan kabel konektor antara CSI 2140 dan PC vibrasi apakah terpasang dengan benar.



Gambar 4.24 Tombol F7 untuk transfer

- Jika tampilan di CSI 2140 sudah seperti gambar dibawah ini dan tampilan di PC vibrasi sudah seperti ini, maka data vibrasi siap dipindahkan ke PC vibrasi. Apabila sudah siap ,tekan F8 untuk pemindahan data (*dump data*)



Gambar 4.25 Proses pemindahan data

4.5 Analisa Trending Data

Adapun data yang telah di uji selama beberapa periode dari bulan Desember 2020 sampai dengan bulan Januari 2021 adalah pada table berikut:

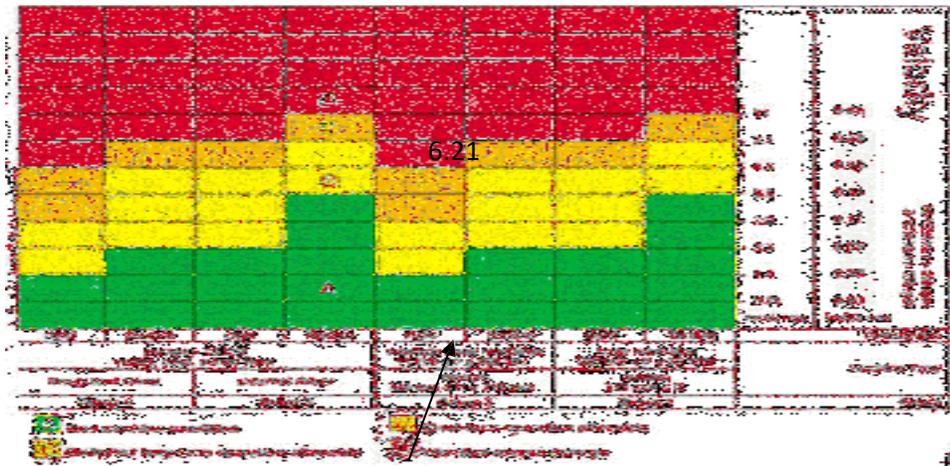
Tabel 4.1 Nilai Pengukuran Getaran Motor dan Pompa *Condensate Pump 1B*

No	Lokasi	Desember 2020			Januari 2021			Kondisi
		04/12/20	05/12/20	06/12/20	04/01/21	05/01/21	06/01/21	
0001	Motor Condensate Pump 1B	0.54	0.46	0.77	0.50	1.01	0.50	Orange
0002	Motor Condensate Pump 1B	0.34	0.34	0.35	0.30	0.30	0.30	Orange
0003	Motor Condensate Pump 1B	0.34	0.37	0.39	0.30	0.30	0.30	Orange
0004	Motor Condensate Pump 1B	1.05	0.16	1.08	0.30	1.21	0.30	Orange
0005	Motor Condensate Pump 1B	1.46	1.77	1.51	0.30	0.30	0.30	Orange
0006	Motor Condensate Pump 1B	0.54	0.35	0.39	0.30	0.30	0.30	Orange
0007	Motor Condensate Pump 1B	1.41	1.78	1.34	0.30	0.30		Orange
0008	Motor Condensate Pump 1B	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30		Orange
0009	Motor Condensate Pump 1B	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30		Orange
1	Motor	"	"	"	0.30	0.30	0.30	Orange
	Motor	"	"	"	0.30	0.30	0.30	Orange
	Pompa	"	"	"	0.30	0.30	0.30	Orange

Hasil pembacaan data getaran *Condensate Pump overall* pada tanggal 04 Januari 2021 menunjukkan posisi MOV (*Motor outboard Vertical*) dan MOH (*Motor Outboard Horizontal*) mempunyai nilai yang tertinggi 6.21 dan 6.01 mm/s dan sudah memasuki *Unacceptable* Berdasarkan spesifikasi data *Condensate Pump* masuk dalam kategori kelas 15KW<150 KW.

Data getaran *Condensate Pump overall* sebelumnya pada tanggal 02 September 2020 seperti yang telah dicantumkan pada tabel 3.1 menunjukkan kondisi unit *Condensate Pump* masih dalam keadaan masih bisa di oprasikan.

Tabel 4.2 Nilai Getaran *Condensate Pump* 1B pada iso 10816-3

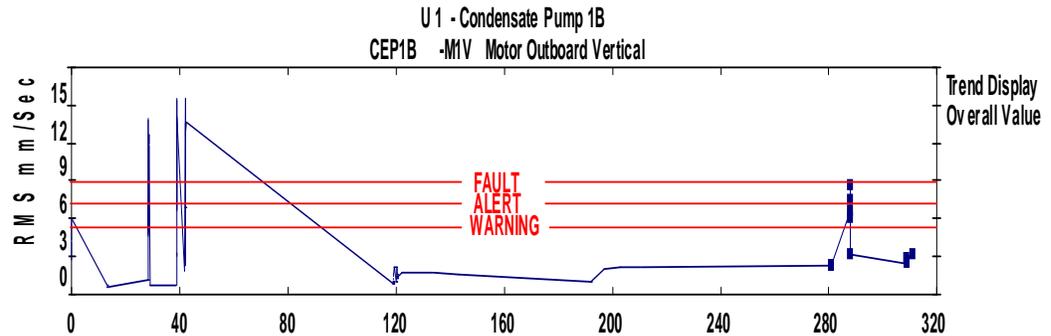


Untuk mesin *Condensate Pump* masuk ke kategori grup 2 rigid pada standar vibrasi ISO 10816-3, Rigid digunakan pada peralatan yang pondasi lemah, atau pondasi yang berbeban, peralatan rotating yang digunakan adalah peralatan *Vertical*.

Tabel 4.1, didapati hasil dari pengukuran getaran pada tanggal 04 januari 2021 di mesin *Condensate Pump*, dimana terjadinya vibrasi tertinggi pada sisi *motor outboard vertical* dengan hasil pengukuran 6.21 mm/s, dan *motor outboard vertical* dengan hasil pengukuran 6.01 dan didapati juga hasil dari pengecekan *preasure* dan *flow* dengan hasil sebagai berikut:

Preasure: 1.0 mpa, yang mana menurut standar untuk *condensate Pump* PLTU Air anyir, *Preasure* yang di haruskan adalah 1.30 mpa, yang menandakan *preasure* pada tanggal 04 januari 2021 adalah *Low*

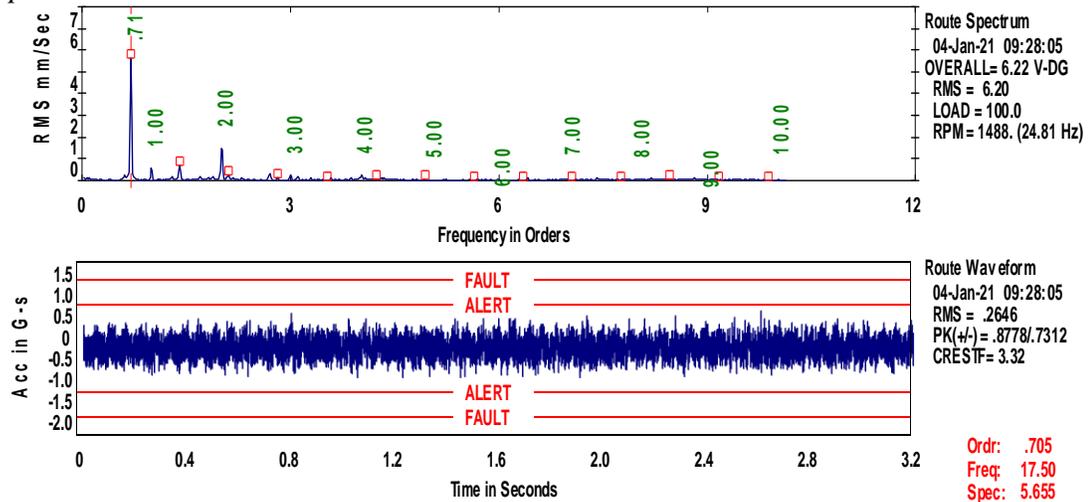
Flow: 61t/h. untuk standar *flow* yang di izinkan pada *condensate pump* adalah sebesar 70-80 t/h, yang menandakan kurangnya *flow* pada tanggal 04 jauari 2021



Gambar 4.26 Trending amplitudo posisi MOV mengalami kenaikan

4.6 Analisa *Spectrum* dan *Waveform* Sisi MOV

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*.

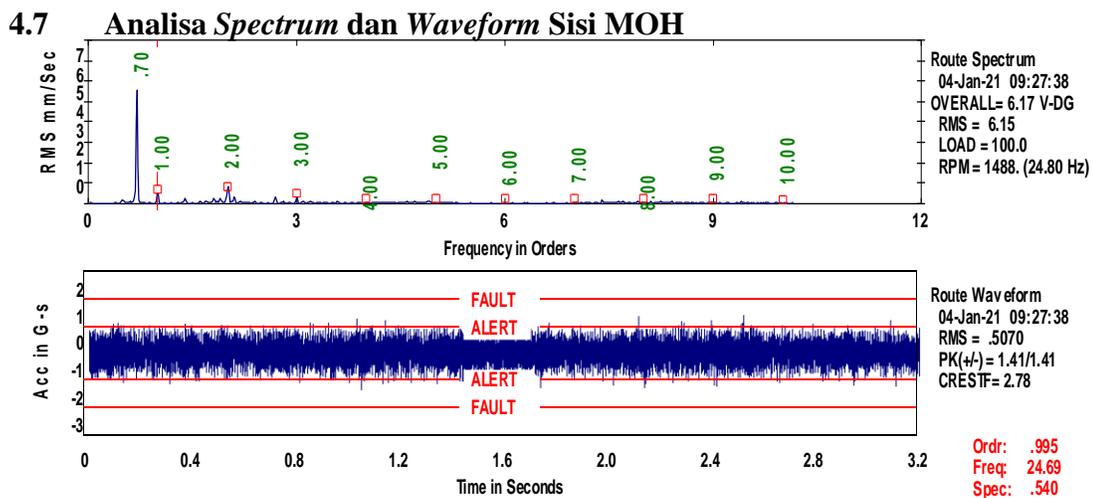


Gambar 4.27 *Spectrum* dan *waveform* posisi MOV

Spectrum diatas terlihat jelas puncak *spectrum* pada *frekuensi* 24,81 Hz (1488 Rpm). Karena Spesifikasi Motor CP 3A yaitu *speed* nya adalah 1480 Rpm kemudian kita bandingkan dengan hasil pengukuran *Portable data collector* CSI 2140 yaitu

1496 Rpm dan dalam hal ini *Amplitudo* = 6.20 mm/sec dominan pada 0.71x Rpm atau sebelum 1x Rpm dan di 2x Rpm, jika dilihat dari table *frekuensi* getaran, bentuk dari *spectrum* pada sisi MOV ini dominan pada sebelum 1x Rpm yang menandakan karakteristik *oil whirl* yang dominan terjadi kenaikan vibrasi pada sebelum 1x Rpm.

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*. Dari data di atas terlihat kalau gelombang pada *waveform* tidak menunjukkan adanya indikasi kerusakan dikarenakan *order* belum melewati *alert singal*, tetapi karena nilai *overall* yang sudah melebihi alarm yaitu 6.20 mm/s dan *spectrum* yang menunjukan adanya indikasi kerusakan, maka bisa di artikan untuk sisi MOV ini ada indikasi kerusakan.



Gambar 4.28 Spektrum dan waveform posisi MOH

Sinyal *spektrum* dan *waveform* pada posisi MOH ini menunjukkan tidak banyak perbedaan dengan sisi MOV yang sebelumnya di bahas, Pada *spectrum* diatas menunjukkan puncak *spectrum* pada *frekuensi* 24,80 Hz (1488 Rpm). Dengan nilai *overall* = 6.15 mm/sec yang mana kalau dimasukan ke standar vibrasi nilai ini sudah

melebihi batas alarm. Dan pada grafik *spectrum* dominan pada 0.70x Rpm atau sebelum 1x Rpm dan sedikit kenaikan di 2x Rpm, tidak banyak perbedaan dari bentuk *spectrum* pada sisi MOH ini dengan sisi MOV yang telah dibahas di atas, dimana *spectrum* dominan pada sebelum 1x Rpm yang menandakan adanya indikasi kerusakan pada pompa.

Data di atas juga terlihat kalau gelombang pada waveform menunjukkan adanya indikasi kerusakan, dikarenakan order sudah mencapai batas *alert* sinyal, yang menandakan bahwa posisi MOH ini mengalami indikasi kerusakan.

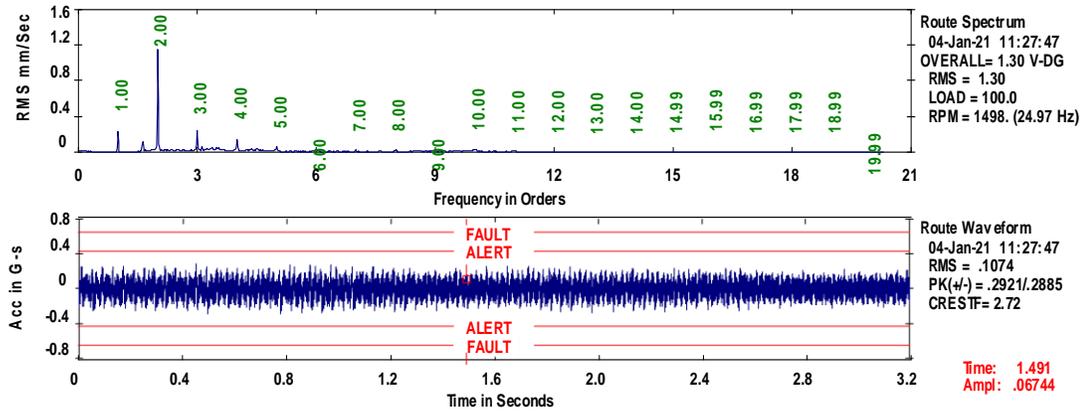
4.8 Analisa Solo Run Motor

Tabel 4.3 Solo Run motor

POSISI	DESKRIPSI		UNIT (RMS)
		11.27	
MOH	Motor Outboard Horizontal	1.30	mm/s
MOV	Motor Outboard Vertikal	1.09	mm/s
MOA	Motor Outboard Aksial	0.23	mm/s
MIH	Motor Inboard Horizontal	0.58	mm/s
MIV	Motor Inboard Vertikal	0.46	mm/s
MIA	Motor Inboard Aksial	0.17	mm/s
PIH	Pompa Inboard Horizontal		mm/s
PIV	Pompa Inboard Vertikal		mm/s
PIA	Pompa Inboard Aksial		mm/s
I	Current	34.0	Ampere
	Pressure	Solo run	Mpa
	Flow	motor	t/h

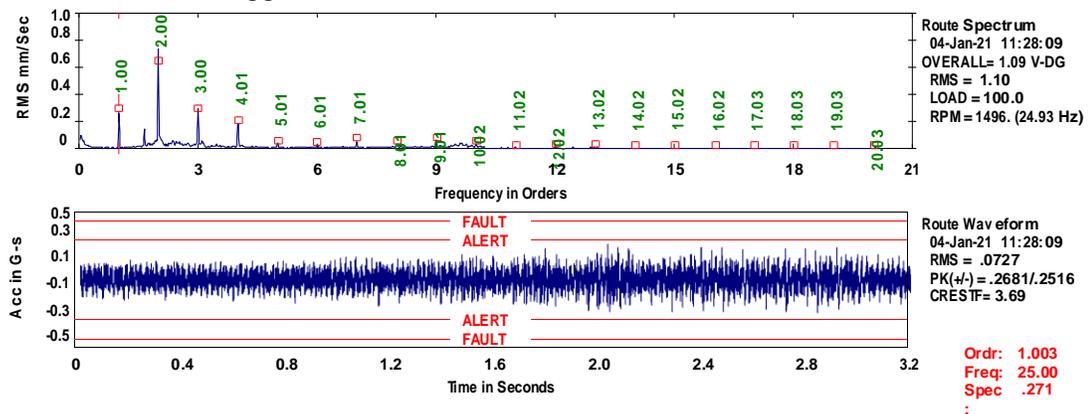
Tabel 4.3 Diatas dapat dilihat hasil pengukuran vibrasi pada *solo run motor*, dimana vibrasi tertinggi terjadi di sisi *motor outboard horizontal* dengan nilai 1.30 mm/s dan sisi *motor outboard vertical* dengan nilai 1.09 mm/s

4.9 Analisa Spectrum dan Waveform Solo Run Motor Posisi MOH



Gambar 4.29 Spectrum dan Waveform Solo Run Motor Posisi MOH

Data spectrum sisi *motor outboard horizontal* di atas didapati nilai vibrasi *overall* nya adalah 1.30 mm/s, puncak *spectrum*nya ada pada *frekuensi* 24.97 Hz (1498 Rpm). Berdasarkan standart dari Industri nilai *overall* yang di izinkan untuk *solo run motor* adalah dibawah 1.0 mm/s. walaupun nilai 1.30 mm/s terbilang rendah, tetapi untuk *solo run motor* ini sudah termasuk tinggi, karena kalau *test solo run*nya berada di atas 1.0, ketika nanti di *couplekan* dengan pompa, maka akan terjadi kenaikan vibrasi tinggi.



Gambar 4.30 Spectrum dan Waveform Solo Run Motor Posisi MOV

Data *spectrum solo run* sisi motor *outboard Vertikal* di atas didapati nilai vibrasi *overall* nya adalah 1.10 mm/s, dan puncak *spectrum*nya ada pada frekuensi 24.93 Hz (1496 Rpm). Kemudian dari *spectrum* nya sendiri menunjukkan adanya kenaikan *frekuensi* pada 1x Rpm, 2x Rpm, 3x Rpm, dan 4x Rpm. Yang mengindikasikan adanya ciri-ciri *bearing looseness*, masuk dalam kategori *mechanical looseness*

Bearing looseness merupakan jenis kelonggaran mekanik, dapat dilihat dimana kelonggaran mekanik candrung memiliki karakteristik kenaikan pada 2x Rpm, ini terjadi kemungkinan disebabkan longgarnya *bearing* liner terhadap tutupnya/*casing* sehingga menyebabkan banyak *harmonik* (2x Rpm, 3x Rpm, dan seterusnya), dan juga terlihat ada gelombang getaran di 5x Rpm-7x Rpm terlihat terpotong yang menandakan adanya indikasi kerusakan *bearing*. Meskipun nilai *overall* masih terbilang rendah, yang artinya indikasi tersebut tidak terdeteksi secara *overall*.

Setelah dilakukan kaji analisa terhadap bearing ini, terjadi indikasi kerusakan disebabkan karena *bearing* dari *motor condensate pump* ini menggunakan *bearing free maintenance*. Karena pada motor itu tidak disediakan *napple* untuk pengisian *greace*, sehingga bearing akan rusak pada saat *greace* mengeras atau kurang, yang membuat *ball-ball bearing* tidak licin lagi, karena hal itulah terjadinya indikasi kerusakan pada *bearing motor condensate pump* ini dilihat dari data vibrasi yang telah di ambil sebelumnya. *Bearing free maintenance* ini mempunyai masanya di unit itu sendiri, apabila pada pengecekan vibrasi terjadi kenaikan trending vibrasi naik dan terdapat karakterisitik atau ciri-ciri kerusakan bearing pada *spectrum* maka dengan segera akan dilakukan pengecekan dan pergantian *bearing* motor, karena apabila tidak diganti yang ditakutkan akan berdampak pada kerusakan pada pompa dan bagian mesin yang lain yang disebabkan oleh berkurangnya Rpm yang menyebabkan kavitasi.

4.10 Rekomendasi Perawatan

Setelah dilakukan kaji analisa terhadap gejala-gejala yang terjadi maka Perbaikan dilakukan dengan rekomendasi sebagai berikut:

1. Pengecekan dan penggantian *bearing* motor
2. Pengecekan dan penggantian clearance wearing pada pompa

4.11 Tindak Lanjut

Proses tindak lanjut yang dilakukan pada unit *condensate pump* 1b ini adalah:

1. Melakukan pengecekan dan penggantian bearing pada motor *condensate pump* unit 1b, hal ini dikarenakan pada pengambilan data *solo run*/hanya motor didapati terjadi kenaikan *vibrasi* sampai dengan angka tertinggi yaitu 1.30 m/s, yang mana angka 1.30 m/s ini sudah sudah cukup tinggi menurut standar industri, karena industri hanya mengizinkan *vibrasi* untuk *solo run* ini harus dibawah 1.0 m/s.

Langkah-Langkah Penggantian *Bearing*:

- > proses pengangkatan motor *Condensate pump*
- > Koordinasikan dengan *shift leader* lokal bahwa pekerjaan akan dilakukan
- > pastikan kita membongkar motor yang benar
- > buka *box* terminal *power supply* motor menggunakan obeng+
- > lepas kabel *power supply* motor menggunakan kunci pass *ring* 12
- > lepas baut dari dudukan pondasi motor dan lepaskan baut pengunci kopling menggunakan kunci pass *ring* 24 mm
- > pasang seling pada motor dan hubungkan dengan *hoist crane* menggunakan seling besi dan hoist crane 5 ton
- > geser dan angkat motor hingga poros terlepas dengan kopling
- > letakan motor ditempat yang aman untuk dilakukan pembongkaran
- > lepas baut *cover* fan motor menggunakan kunci pass *ring* 14 mm
- > lepas *lock ring* fan motor menggunakan tang *snap ring*
- > lepas fan motor menggunakan *tracker* kaki 2

- > tandai *cover* penutup sisi *coupling* dan rumah *bearing* dengan stator motor menggunakan spidol permanen
- > lepaskan baut pengikat rumah *bearing* menggunakan kunci pass *ring* 17 mm
- > lepas rumah *bearing* sisi fan menggunakan *hammer* besi dan karet
- > lepas *cover* penutup sisi sisi fan dengan *hammer*, *tracker* dan tarik rotor dari rumah stator
- > gunakan *tracker* kaki 3 untuk melepas *bearing* dari *shaft*/rotor
- > tandai rotor untuk sisi *coupling* dan fan menggunakan spidol permanen
- > bersihkan *cover* penutup *bearing* sisi DE dan NDE menggunakan penetran (WD40), kuas 2 dan majun
- > bersihkan rumah *bearing* dan semua baut pengikat motor menggunakan penetran (WD40), kuas 2 dan majun
- > olesi rotor dengan *grease* pada bagian yang dilewati *bearing*
- > masukan *bearing* ke *shaft* atau rotor menggunakan sarung tangan anti panas
- > masukan rotor ke stator
- > hindari benturan/goresan antara stator dengan rotor
- > pasang *cover bearing* sisi *coupling* ke *casing* stator sesuai tanda
- > kencangkan baut pengikat *casing* penutup sisi fan menggunakan kunci pass *ring* 19 mm
- > pasang dan kencangkan baut rumah *bearing* sisi *coupling* kunci pass 17 mm
- > pasang fan pada *shaft*/rotor, pukul sedikit demi sedikit
- > pasang *lock ring* fan menggunakan tang *snap ring*
- > pasang baut *cover* fan menggunakan kunci pass *ring* 10 mm
- > posisikan motor dengan aman
- > pasang dan kencangkan baut pengikat pondasi motor kunci menggunakan kunci pass *ring* 19 mm
- > *connect power* terminal motor sesuai tanda, dan tutup *cover*nya.



Gambar 4.31 Proses pengangkatan motor CEP 1 B



Gambar 4.32 Proses pembongkaran motor CEP 1B

2. Melakukan pengecekan dan perbaikan *wearing ring* pada pompa condensate pump, proses ini dilakukan dikarenakan dari data yang telah di ambil pada *condensate pump* unit 1b ini, didapati hasil bahwa *flow* dan *preasure* yang didapat kurang, *Preasure*: 1.0 mpa, yang mana menurut standar untuk *condensate Pump* PLTU Air anyir, *Preasure* yang di haruskan adalah 1.30 mpa, dan *Flow*: 61t/h. untuk standar *flow* yang di izinkan pada *condensate pump* adalah sebesar 70-80 t/h, yang mana setelah dilakukan kaji tentang masalah ini, penyebab *flow* dan *preasure* kurang adalah karena terjadi *over clearance* pada *wearing* pompa.

Langkah-langkah perbaikan *wearing*:

- > melakukan pengangkatan pompa dari pondasi
- > pelepasan baut pengikat antar *bowel*

- > pelepasan *cover* impeler pertama
- > pelepasan impeler pertama
- > pelepasan *bowel* pertama
- > pelepasan *shaft sleeve*
- > pelepasan *spy* pada *shaft*

Proses ini dilakukan secara berulang sampai pada bagian terakhir impeler, karena pompa *multistage* ini memiliki 6 impeler yang tersusun pada *shaft*. Setelah proses di atas selesai, maka dilanjutkan dengan

- > pelepasan *guide bearing*
- > pelepasan *shaft* pompa
- > pelepasan *wearing* pada setiap *bowel*
- > penggantian atau *repair wearing ring* dibengkel oleh pihak ke 3.



Gambar 4.33 Proses pengangkatan dan pemindahan pompa CEP 1b



Gambar 4.34 Proses pelepasan bowl

4.12 Data Setelah Dilakukan Proses Maintenance

Sesudah pemindahan dilakukan maka akan dilakukan pengambilan data lagi untuk melihat bagaimana kondisi dari *condensate pump* setelah diperbaiki dan dapat dibandingkan dengan data sebelumnya, dapat dilihat perbandingan nilai getaran pada table 4.4 dibawah ini:

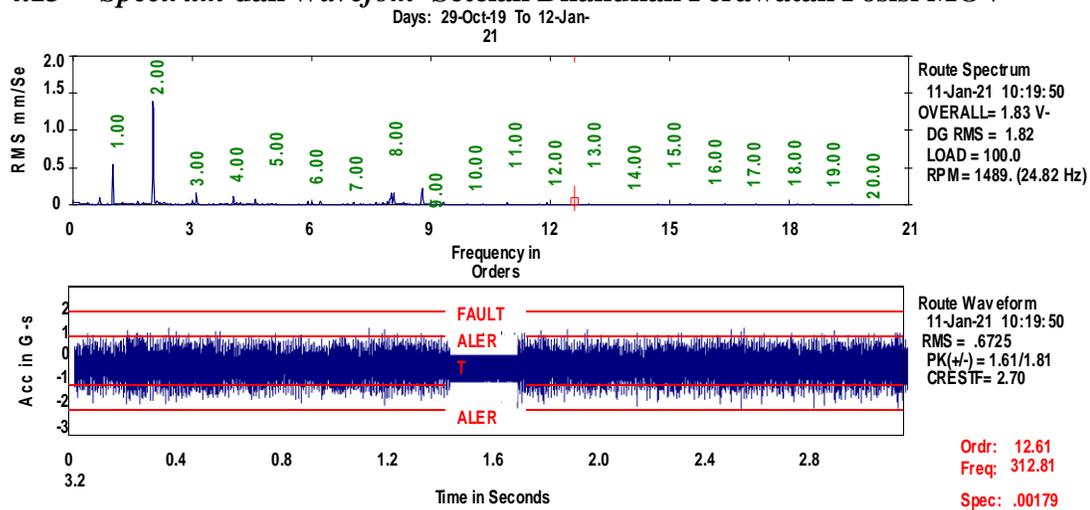
Table 4.4 Nilai pengukuran CEP 1B sebelum dan sesudah di lakukan perawatan

POMPA	URUNAN	SEBELUM					Kondisi	KAWAL
		04/01/2021			12/01/2021			
		04/01	05/01	06/01	12/01	13/01		
01/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50/01	04/01/2021	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Hasil pembacaan data getaran *Condensate Pump overall* sesudah perawatan, data setelah perbaikan diambil pada tanggal 11 januari 2021 dan 12 januari 2021 menunjukkan telah terjadi penurunan nilai *overall* pada *condensate pump*, dapat dilihat

dari tabel diatas hampir semua sisi *condensate pump* sudah masuk dalam kondisi *good* (getaran pada mesin sangat baik dan dibawah getaran yang diizinkan) pada iso 10816-3 kecuali sisi MOV yang masih dalam keadaan *satisfactory* (getaran pada mesin baik dan dapat dioperasikan karena masih dalam batas yang diizinkan) dengan nilai *overall* 1.83 mm/s.

4.13 *Spectrum dan Waveform Setelah Dilakukan Perawatan Posisi MOV*



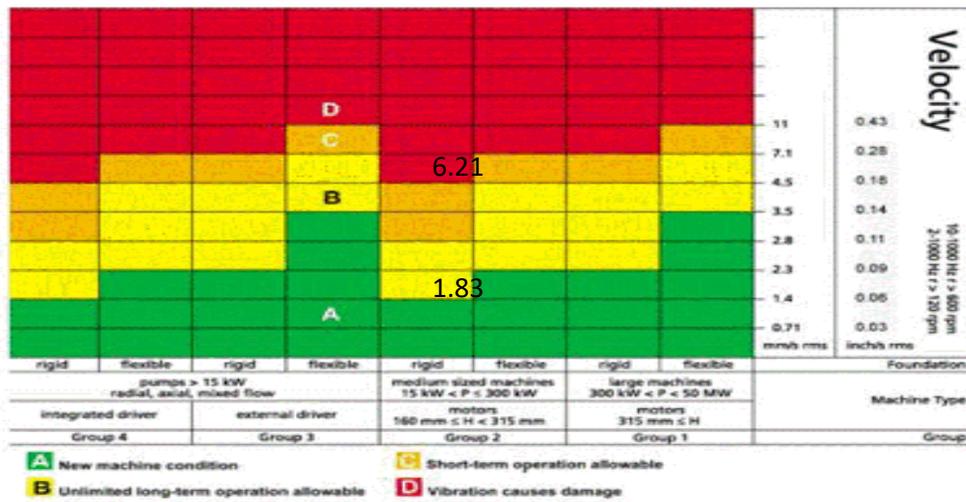
Gambar 4.35 *Spektrum dan Waveform Setelah Perawatan Posisi MOV*

Pada *spectrum* setelah dilakukan perawatan diatas dapat dilihat puncak *spectrum* pada *frekuensi* 24,82 Hz (1489 Rpm). *Amplitudo* = 1.82 mm/sec dominan pada 2x Rpm, nilai ini masih dibawah batas alarm sinyal vibrasi untuk adanya indikasi kerusakan. Meskipun dilihat dari *spektrumnya* ada sinyal tinggi pada 2x Rpm yang mengindikasikan adanya karakteristik *mechanical looseness* jika dilihat dari table *frekuensi getaran*, pada sinyal *waveform* pun menunjukkan bahwa order sudah mencapai batas *alert* yang mengindikasikan adanya indikasi kerusakan, namun karena nilai *overall* 1.83 mm/s yang jika dimasukan ke standar vibrasi iso 10816-3 maka masih dalam batas yang diizinkan.

4.14 Perbandingan Dengan Hasil Pengukuran Sebelumnya

Hasil pembacaan data getaran *condensate pump* 1B pada tanggal 04 januari 2021 posis MOV (*Motor Outboard Vertical*) dan MOH (*Motor Outboard Horizontal*) mempunyai nilai tertinggi yaitu MOV: 6.21 mm/s dan MOH: 6.01 mm/s dan sudah memasuki limit *unaccptable* (dalam perhatian) berdasarkan spesifikasi data *Condensate pump* masuk dalam kategori grup 2 rigid 15KW<150 KW pada standar vibrasi iso 10816-3, dan setelah dilakukan perawatan dengan cara melakukan repair pada unit *Condensate Pump* lalu dilakukan pengukuran getaran pada tanggal 11 dan 12 januari 2021 didapati nilai tertinggi 1.83 mm/s pada sisi MOV dan memasuki limit *satisfactory* berdasarkan iso 10816-3,

Table 4.5 Nilai getaran CEP 1B pada ISO 10816-3 Sebelum dan Sesudah Perawatan



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini di dapati bahwa hasil dari pengambilan data analisa getaran mnenggunakan CSI 2140 pada CEP unit 1b diperoleh data terbesar yaitu 6.21 mm/s pada posisi MOV (*Motor Outboard Vertical*) dan 6.01 mm/s pada posisi MOH (*Motor Outboard Horizontal*) dalam hal ini sesuai dengan standar ISO 10816 sudah masuk dalam zona *Unacceptable* (dalam perhatian) mengindikasikan gejala kerusakan. Setelah dilakukan perbaikan dengan cara salah satunya Repair *Wearing Ring*, hal ini dikarenakan pada hasil pengukuran *flow* dan *preasure* didapati hasilnya *flow* dan *preasure low*. maka *amplitude* getaran pada posisi MOV turun sangat signifikan dari 6.21 mm/s pada 04 januari 2021 menjadi 1.83 mm/s pada 11 Januari 2021, dan posisi MOH turun dari 6,01 mm/s pada 04 januari 2021 menjadi 0,74 mm/s pada 11 Januari 2021 Dengan demikian motor CEP 1b dapat dioperasikan dengan status *Good* (Normal). Getaran yang terjadi pada *Condensate Pump* berpengaruh membuat *flow* dan *preasure* yang didapat kurang dari standar yang sudah ditetapkan industri. Vibrasi pada CEP yang sudah melampaui batas pada standar ISO 10816 akan berpengaruh membuat peralatan yang lain akan terkena dampak dari Vibrasi tinggi yang terjadi.

5.2 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 perlatan atau mesin dari pabrikan pembuatnya (*manual book*) juga perlu dilakukan dengan Pemeliharaan Prediktif (*Predictive Maintenance*) yang dapat menganalisa getaran dengan menggunakan alat 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 antara lain :
 - a. Menentukan tingkat kekeritisan peralatan atau mesin untuk menetapkan jadwal pengambilan data.
 - b. Menentukan posisi pengambilan data pada setiap peralatan.
 - c. Melakukan analisa dari data yang sudah diambil berdasarkan penyebab dan tingkat keparahannya berdasarkan standar getaran ISO 10816.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hariyandi. (2015), Studi Kasus Pada Motor Condensate Pump 3a Pltu Tarahan Berdasarkan Analisa Getaran. JURNAL TEKNIK MESIN UBL VOL 5 NO 1 BANDAR LAMPUNG.
2. Ganong Zainal Abidin. (2015), Wayan Sujana Deteksi Kerusakan Bearing Pada Condensate Pump Dengan Analisa Vibrasi. JURNAL “FLYWHEEL”, VOLUME 8 NOMOR 1, MALANG.
3. Mochammad syahrul. (2017), Margianto, Untung lasmanah ANALISA GETARAN UNTUK MENGETAHUI TINGKAT KERUSAKAN BEARING MESIN GERINDA DUDUK. Program studi teknik mesin, fakultas teknik, universitas islam malang.
4. Kunto Aji. (2007), DETEKSI KERUSAKAN BANTALAN GELINDING PADA POMPA SENTRIFUGAL DENGAN ANALISA SINYAL GETARAN.
5. Junior Analys Enjinir & QRM. (2018), INSTRUKSI KERJA (IK) PJB-PJBS-IMS, PREDICTIVE MAINTENANCE ROTATING EQUIPMENT FAN & PUMP (PENGUKURAN VIBRASI CSI 2140 CASING MEASUREMENT).

