

# ANALISIS KERUSAKAN *INDUCED DRAFT FAN* (IDF) MENGUNAKAN *VIBRATION ANALYZER* CSI 2140 DAN DAMPAK TERHADAP DAYA OUTPUT LISTRIK DI PT. PLN NUSANTARA POWER UPK NAGAN RAYA

Sari Mayanda<sup>1</sup>, Yassir<sup>2</sup>, Irwin Syahri Cebro<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Email: sarimayanda2019a@gmail.com<sup>1</sup>, yassir@pnl.ac.id<sup>2</sup>, cirwinsyahri@gmail.com<sup>3</sup>

**Abstrak** – Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) salah satu pembangkit energi yang paling umum digunakan. Analisis getaran *Induced Draft Fan* (IDF) sangat penting dalam mendeteksi potensi kerusakan sejak dini serta memastikan pasokan listrik yang stabil. Analisa kerusakan *Induced Draft Fan* (IDF) menggunakan alat *Vibration Analyzer CSI 2140*. Tujuannya untuk mengetahui dampak kerusakan IDF terhadap daya output listrik. Data dari hasil pengukuran getaran menunjukkan bahwa IDF A unit 2 di PLTU Nagan Raya 2 diperoleh nilai sebesar 9.00 mm/s pada posisi Fan DE horizontal dalam hal ini sesuai dengan standar ISO 10816 sudah masuk dalam zona *warning* yang mengindikasikan gejala kerusakan *Unbalance*. Untuk memperbaiki kerusakan, dilakukan tindakan perawatan berupa *balancing*. Setelah dilakukan perawatan, dilakukan pengukuran getaran pada tanggal 12 Maret 2023, diperoleh nilai getaran 2.92 mm/s pada sisi F1 H dan memasuki kategori *pre-warning* berdasarkan ISO 10816-3. Kerusakan *Induced Draft Fan* (IDF) berdampak signifikan pada keluaran daya listrik PLTU mengakibatkan ketersediaan pasokan listrik konsumen tidak memadai.

**Kata-kata kunci:** PLTU, IDF, *Vibration Analyzer CSI 2140*.

**Abstract** – *Steam Power Plant (PLTU)* is one of the most commonly used energy generators. *Induced Draft Fan (IDF)* vibration analysis is very important in detecting potential damage early and ensuring a stable electricity supply. *Induced Draft Fan (IDF)* damage analysis uses the *CSI 2140 Vibration Analyzer* tool. The aim is to determine the impact of IDF damage on electrical output power. Data from vibration measurement results show that IDF A unit 2 at PLTU Nagan Raya 2 obtained a value of 9.00 mm / s at the horizontal Fan DE position in this case according to the ISO 10816 standard has entered the warning zone indicating symptoms of *Unbalance* damage. To repair the damage, maintenance measures are carried out in the form of *balancing*. After maintenance, vibration measurements were carried out on March 12, 2023, a vibration value of 2.92 mm / s was obtained on the F1 H side and entered the *pre-warning* category based on ISO 10816-3. *Induced Draft Fan (IDF)* damage has a significant impact on the PLTU's electrical power output resulting in inadequate consumer electricity supply.

**Keywords:** PLTU, IDF, *Vibration Analyzer CSI 2140*.

## I. PENDAHULUAN

PLTU merupakan jenis pembangkit listrik tenaga uap yang banyak digunakan, karena efisiensinya baik dan bahan bakarnya murah sehingga menghasilkan energi listrik yang ekonomis. PLTU tersebut banyak menggunakan mesin berputar sebagai mesin utama oleh sebab itu, kinerja dan performa dari mesin berputar itu harus dijaga, sehingga pemeliharaan mesin yang baik seharusnya dilakukan oleh PLTU tersebut untuk menjaga performa mesin dari segala resiko kerusakan yang akan terjadi.

Pada PLTU Nagan Raya terdapat komponen utama seperti generator, turbin, boiler, kondensor dan transformator, peralatan tersebut tentunya mempunyai peralatan dan sistem penunjang seperti boiler mempunyai komponen penunjang. Salah satunya *fan* yang berfungsi mensuplai udara ke dalam *boiler* dengan fungsinya masing-masing seperti *Induced Draft Fan*.

*Induced Draft Fan* (IDF) berfungsi untuk mempertahankan *pressure* pada *furnace boiler* dan bekerja pada tekanan atmosfer rendah karena digunakan untuk menghisap gas dan abu sisa pembakaran (*flue gas*) pada *boiler* untuk selanjutnya dibuang melalui *stack/chimney*. *Induced Draft Fan* (IDF) merupakan salah satu komponen penting di Pembangkit listrik tenaga uap, apabila mengalami permasalahan maka berdampak pada penurunan daya output listrik pembangkit. Analisa getaran merupakan salah satu parameter Analisa dalam *predictive maintenance* khususnya digunakan untuk mendeteksi sumber dan gejala kerusakan.

Pada penelitian ini dilakukan analisis kerusakan IDF PT PLN Nusantara Power UPK Nagan Raya. Kerusakan IDF ini berpengaruh terhadap daya output listrik. Analisis dilakukan dengan menggunakan *Vibration Analyzer* CSI 2140.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Identifikasi IDF

Analisa identifikasi Kerusakan *Induced Draft Fan* (IDF) pada sistem Gas Buang Boiler. Berdasarkan Analisa yang dilakukan, kerusakan pada komponen *Induced Draft Fan* tersebut dipicu oleh tidak beroperasinya 5 trafo *Elektrostatic Precipitator* (ESP) dari 8 unit yang ada di unit tersebut. Sehingga ESP tidak dapat menyaring abu sisa pembakaran secara maksimal, yang seharusnya mampu menyaring abu mencapai 99,84% [1].

Analisa Sinyal Vibrasi untuk Mendeteksi Kerusakan pada *Condensate Pump* di PLTU Air Anyir Bangka. Berdasarkan Analisa yang dilakukan, didapati bahwa hasil dari pengambilan data analisa getaran menggunakan 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 [2].

### B. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

PLTU pada umumnya menggunakan bahan bakar batu bara minyak *diesel* (HSD) untuk *start* awal. Proses konversi energi pada PLTU berlangsung melalui 3 tahap yaitu [3]:

1. Energi kimia dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas dalam bentuk uap bertekanan dan temperatur tinggi menggunakan boiler. Proses ini terjadi di boiler.
2. Energi panas dalam bentuk uap bertekanan dan temperature tinggi diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran menggunakan turbin uap.
3. Energi mekanik diubah menjadi energi listrik menggunakan generator.

PLTU menggunakan fluida kerja air uap yang bersirkulasi secara tertutup. Siklus tertutup artinya menggunakan fluida yang sama secara berulang-ulang seperti urutan sirkulasi berikut ini [3]:

1. Pertama air diisikan ke boiler hingga mengisi penuh seluruh luas permukaan pemindah panas. Didalam boiler air ini dipanaskan dengan gas panas hasil pembakaran bahan bakar dengan udara sehingga berubah menjadi uap.
2. Kedua, uap hasil produksi boiler dengan tekanan dan temperatur tertentu diarahkan untuk memutar turbin sehingga menghasilkan daya mekanik berupa putaran.
3. Ketiga, generator yang dikopel langsung dengan turbin berputar menghasilkan energi listrik sebagai hasil dari perputaran medan magnet dalam kumparan, sehingga ketika turbin berputar dihasilkan energi listrik dari terminal output generator
4. Keempat, Uap bekas keluar turbin masuk ke kondensor untuk didinginkan dengan air pendingin

agar berubah kembali menjadi air yang disebut air kondensat. Air kondensat hasil kondensasi uap kemudian digunakan lagi sebagai air pengisi boiler.

5. Demikian siklus ini berlangsung terus menerus dan berulang-ulang.

### C. Air and gas system

*Air and Flue Gas System* adalah salah satu system utama pada PLTU yang berfungsi untuk mengatur laju alir udara dalam *boiler*. Sistem ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu *Primary Air System*, *Secondary Air System* dan *Gas System*. *Gas system* atau gas panas (*flue gas*) difungsikan sebagai sumber energi panas. Gas panas dari *furnace* dialirkan ke *superheater*, *economizer*, dan kemudian dibagi menjadi dua jalur menuju *primary air heater* dan *secondary air heater*. Jalur kedua *air heater* tersebut kemudian akan menjadi satu kembali dan gas masuk ke *Elektrostatic Precipitator* (ESP) yang merupakan alat penangkap debu. Dari ESP gas ditarik oleh *Induced Draft Fan* untuk diarahkan ke atmosfer melalui cerobong (*stack*) [4].

### D. Induced Draft Fan

*Induced draft fan* (IDF) berfungsi untuk mempertahankan *pressure* pada *furnace boiler* dan bekerja pada tekanan atmosfer rendah karena digunakan untuk menghisap gas dan abu sisa pembakaran (*flue gas*) pada *boiler* untuk selanjutnya dibuang melalui *stack/chimney*. Sebelum gas dan abu sisa pembakaran dibuang, terlebih dahulu dilewatkan pada *electrostatic precipitator* (ESP) agar bisa mengurangi persentase polusi udara yang dihasilkan dari sisa pembakaran tersebut. Besarnya volume *flue gas* yang dihisap oleh *Induced Draft Fan* (IDF) diatur oleh besarnya persentase bukaan (sudut buka) *damper* yang dipasang di posisi sebelum *Induced Draft Fan* (IDF) *inlet*, semakin besar sudut bukaannya maka volume *flue gas* yang dihisap *Induced Draft Fan* (IDF) semakin besar. Besarnya sudut buka *damper* diatur oleh *Motor Operated Valve* (MOV), Sedangkan besarnya kecepatan putaran *blade pitch Induced Draft Fan* (IDF) diatur motor 3 fasa [5].

### E. Perawatan (Maintenance)

Perawatan (*Maintenance*) adalah sebuah kegiatan yang bertujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi (peralatan, mesin) sehingga pada saat dibutuhkan atau dioperasikan kondisi peralatan dalam keadaan optimal (baik) [6].

### F. Jenis-jenis Pemeliharaan

Adapun jenis-jenis pemeliharaan sebagai berikut [6]:

1. *Breakdown Maintenance* adalah perawatan yang dilakukan ketika sudah terjadi kerusakan pada mesin atau peralatan kerja sehingga Mesin tersebut tidak dapat beroperasi secara normal atau

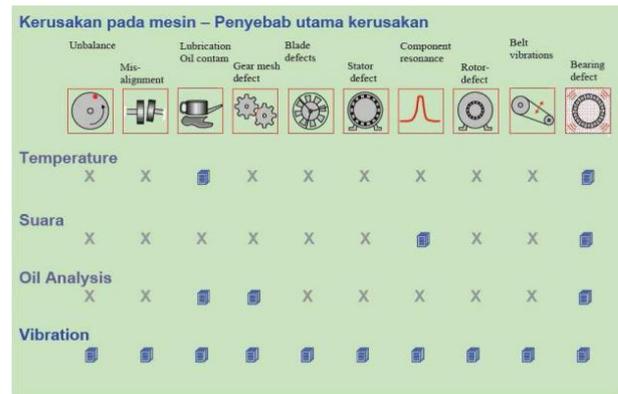
terhentinya operasional secara total dalam kondisi mendadak.

2. *Corrective Maintenance* adalah Perawatan yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi penyebab kerusakan dan kemudian memperbaikinya sehingga Mesin atau peralatan Produksi dapat beroperasi normal kembali.
3. *Preventive Maintenance* atau kadang disebut juga *Preventative Maintenance* adalah jenis *Maintenance* yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada mesin selama operasi berlangsung. *Preventive maintenance* terdiri dari dua jenis, yakni :
  - a. *Periodic Maintenance* ini diantaranya adalah perawatan berkala yang terjadwal dalam melakukan pembersihan mesin, Inspeksi mesin, meminyaki mesin dan juga pergantian suku cadang yang terjadwal untuk mencegah terjadi kerusakan mesin secara mendadak yang dapat mengganggu kelancaran produksi.
  - b. *Predictive Maintenance* adalah perawatan yang dilakukan untuk mengantisipasi kegagalan sebelum terjadi kerusakan total. *Predictive Maintenance* ini akan memprediksi kapan akan terjadinya kerusakan pada komponen tertentu pada mesin dengan cara melakukan analisa trend perilaku mesin/peralatan kerja.

G. Pengertian Vibrasi

Sifat-sifat getaran yang ditimbulkan pada suatu mesin dapat menggambarkan kondisi gerakan-gerakan yang tidak diinginkan pada komponen-komponen mesin, sehingga pengukuran, dan analisa getaran dapat dipergunakan untuk mendiagnosa kondisi suatu mesin. Sebagai contoh: adanya roda gigi yang telah aus akan menimbulkan getaran dengan amplitudo yang tinggi pada frekuensi sesuai dengan frekuensi *toothmesh* (RPM kali jumlah gigi).

Adanya *unbalance* (ketidakseimbangan) putaran akan menimbulkan getaran dengan level tinggi pada frekuensi yang sama dengan rpm poros itu sendiri. Dengan teknik ini suatu mesin yang berputar dapat dimonitor pada posisi tertentu untuk mengetahui kondisinya. Tujuan utamanya adalah untuk mengamankan mesin dan memprediksi kerusakan yang akan mungkin terjadi dan mengurangi biaya *maintenance*. Dengan parameter vibrasi dapat diketahui berbagai macam kerusakan dan penyebab kerusakan seperti diperlihatkan pada Gambar 1 [7].



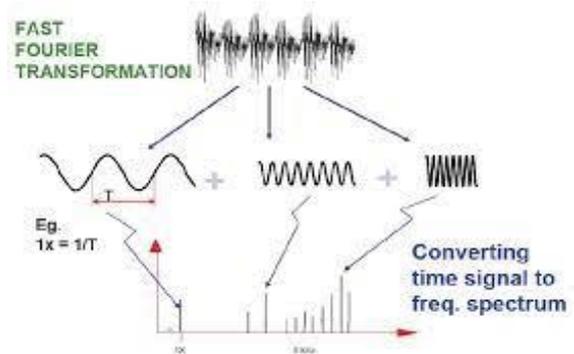
Gbr.1 Kerusakan pada mesin dan penyebab kerusakannya

H. Analisa Vibrasi

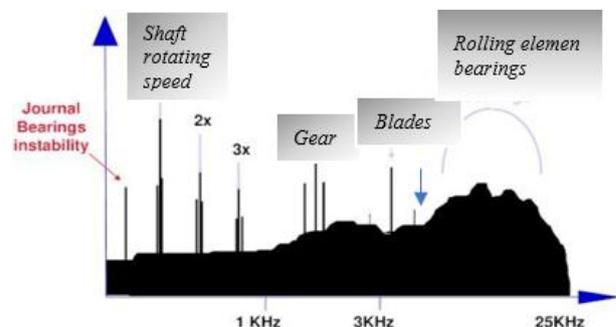
Dalam melakukan analisa getaran disarankan agar mengetahui karakteristik operasi mesin seperti:

1. RPM
2. Tipe bearing yang digunakan
3. Jumlah gigi masing-masing pada gearbox dan kecepatan kerjanya
4. Spesifikasi dari motor atau pompa.

Hal ini sangat membantu dalam mengidentifikasi frekuensi vibrasi yang terlihat di dalam spectrumnya. *Spectrum* diperoleh dengan cara mengkonversi signal waktu (t) menjadi frekuensi *spectrum* dinamakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 [7].



Gbr. 3 Fast Fourier Transform (FFT)

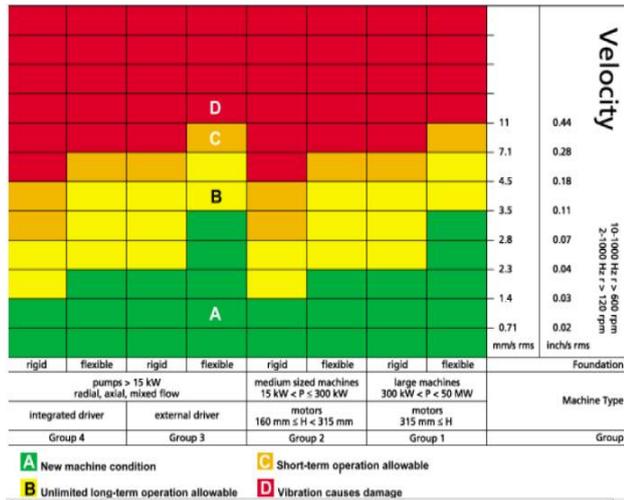


Gbr. 4 Frekuensi Range

I. Standar Pengukuran Vibrasi

Standard indikator yang digunakan untuk pengukuran getaran dalam penelitian ini adalah ISO 10816-3. Standard ini dapat digunakan untuk menentukan tingkat getaran yang dapat diterima bagi berbagai kelas permesinan [2].

Tabel I  
Pedoman bagi Kelayakan Permesinan ISO 10816-3



Gbr. 5 Vibration Analyzer CSI 2140



Gbr. 6 Tranduser Accelerometer

III. METODOLOGI

Teknik pengumpulan data penelitian ini dimulai dengan observasi dari beberapa jurnal terkait dengan vibrasi *Induced Draft Fan (IDF)* yang ada di PLTU. Pengambilan data terkait vibrasi didapat dari inspeksi khusus oleh tim *Predictive Maintenance* bagian *Engineering*.

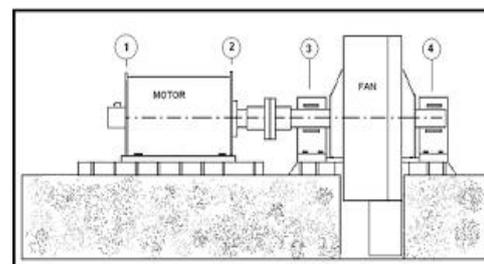
A. Pengukuran Vibrasi

Pengukuran vibrasi dilakukan dengan menggunakan *Vibration Analyzer* pada *Induced Draft Fan (IDF)* untuk mengumpulkan data sinyal vibrasi. Pengukuran ini dilakukan setiap minggu guna mengetahui kondisi peralatan beroperasi secara maksimal atau tidak untuk mengetahui kondisi terkini untuk bisa menghindari kerusakan yang akan terjadi. Data nantinya didapat dari hasil pengukuran menggunakan *vibration analyzer* CSI 2140. Tiga *tranduser velocity* disambungkan ke CSI 2140 untuk merekam nilai vibrasi pada *Induced Draft Fan*. Berikut merupakan gambar dari *Vibration Analyzer* CSI 2140 dan *tranduser velocity* dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

B. Cara Pengukuran

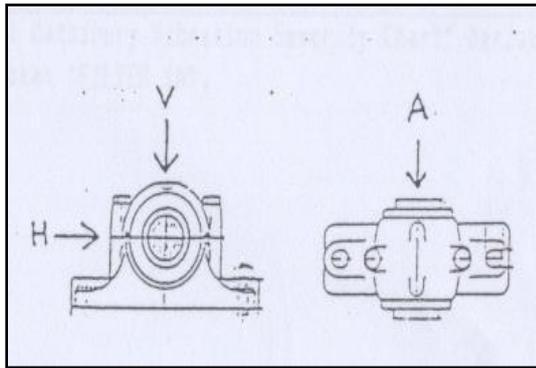
Pengukuran getaran pada suatu mesin secara normal diambil pada bearing dari mesin tersebut. Tranduser sebaiknya harus ditempatkan sedekat mungkin dengan bearing mesin karena melalui bearing tersebut gaya getaran dari mesin ditransmisikan dan bearing merupakan pusat tumpuan. Gerakan bearing adalah merupakan hasil reaksi gaya dari mesin tersebut. Disamping karakteristik getaran seperti amplitudo, frekuensi dan phase, ada karakteristis lain dari getaran yang juga mempunyai arti yang sangat penting yaitu arah dari gerakan getaran, hingga perlu mengukur getaran dari berbagai arah. Pengalaman menunjukkan bahwa ada tiga arah pengukuran yang sangat penting yaitu horizontal, vertikal, dan axial.

Arah horizontal dan vertikal bearing disebut dengan arah radial. Arah pengukuran ini biasanya didasarkan pada posisi sumbu tranduser terhadap sumbu putaran dari poros mesin. Arah ini juga sangat penting artinya dalam analisa suatu getaran. Untuk lebih jelasnya gambar arah pengukuran seperti pada Gambar 7 dan 8.



Keterangan :  
 1 & 4 : NDE berada di ujung atau terjauh dari penggerak atau beban putar.  
 2 & 3 : Drive End berada dengan yang terdekat dengan penggerak atau beban.

Gbr. 7 Skema titik pengujian vibrasi



Gbr. 8 Posisi pengukuran vibrasi

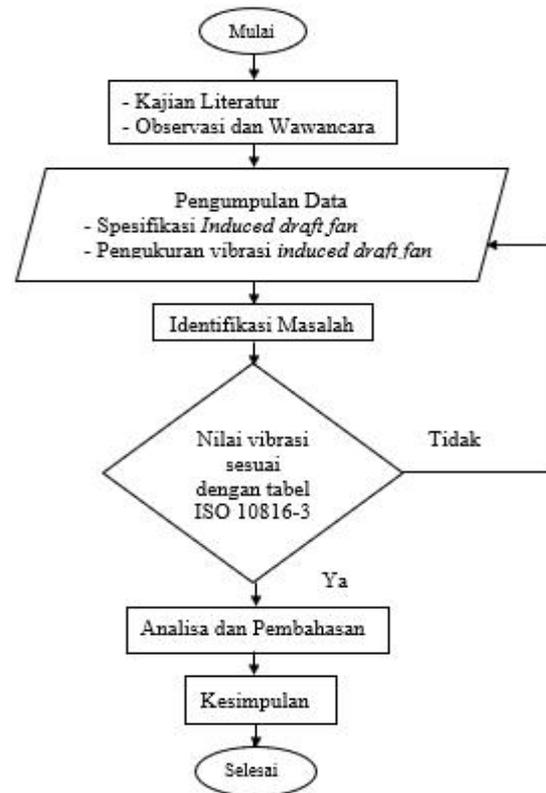
C. Metode pengambilan data pengukuran

Tahap-tahap pengambilan data adalah pengukuran 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 *Horizontal, Vertical, dan Axial motor NDE, Horizontal, Vertical, dan Axial motor DE, Horizontal, Vertical, dan Axial Fan DE, Horizontal, Vertical, dan Axial Fan NDE*. Setelah selesai pengukuran, data vibrasi tersebut dimasukan ke *software AMS* untuk dilakukan analisis.

D. Diagram Alir Penelitian

Tahapan penyelesaian dalam penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alir/*flowchart* pada Gambar 9.



Gbr. 9 Flowchart Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

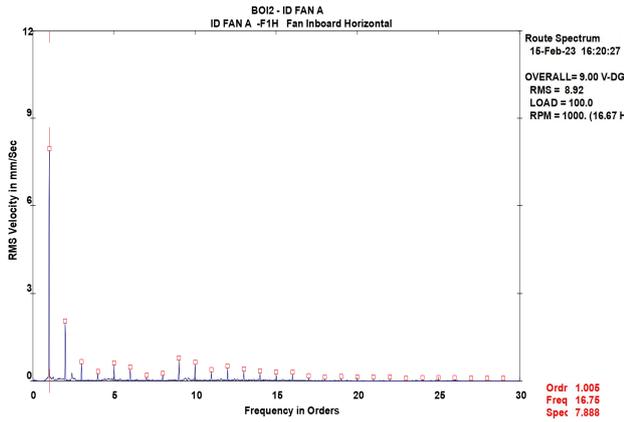
A. Data hasil pengukuran vibrasi

Berdasarkan pengambilan data vibrasi pada tanggal 15 Februari 2023 dengan menggunakan alat CSI 2140 *Machinery Health Analyzer* pada *Induced Draft Fan* didapatkan hasil sebagai berikut :

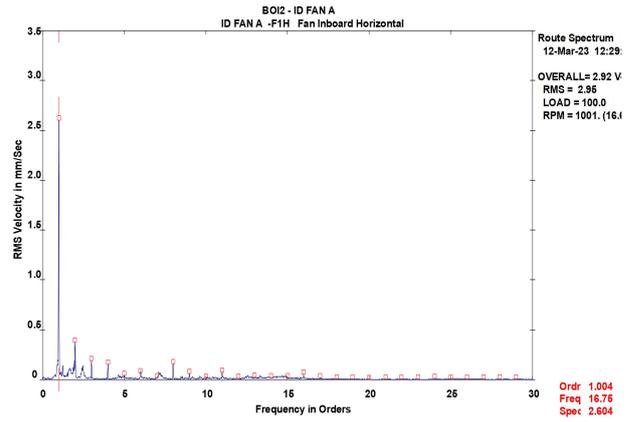
Tabel II  
Data Nilai Vibrasi

IDF A													
Tanggal	Pukul	M1H	M1V	M1A	M2H	M2V	M2A	F1H	F1V	F1A	F2H	F2V	F2A
15/02/2023	10.00	6.27	1.29	1.33	6.86	2.96	1.55	9.00	4.41	6.96	5.58	0.81	3.82
A (Accepted)		B (Pre Warning)		C (Warning)		D (Danger)							
$x < 2,50$		$2,50 < x < 4,5$		$4,5 < x < 7,10$		$x > 7,10$							

Hasil pembacaan data vibrasi ID Fan A Unit 2 sisi Fan 1 pada tanggal 15 Februari 2023 menunjukkan posisi *Fan DE (drive end)* mempunyai nilai yang tertinggi 9.00 mm/s dan sesuai dengan ISO 10816 *Fan DE (drive end)* berada dalam kategori *warning*.



Gbr. 10 Spektrum fan 1 sisi horizontal



Gbr. 11 Spektrum Fan 1 sisi Horizontal setelah perbaikan

Maka dari itu gambar spektrum yang dianalisa hanya pada sisi *Fan 1 Horizontal* dikarenakan nilai vibrasinya yang tertinggi. Data *spectrum* DE Fan di atas menunjukkan puncak *spectrum* pada frekuensi 16.67 Hz (1000 Rpm). Dengan nilai overall 9.00 mm/s yang mana kalau dimasukkan ke standar vibrasi nilai ini sudah melebihi batas *alarm*. Kemudian dari *spectrum* nya sendiri menunjukkan adanya kenaikan frekuensi pada 1x Rpm yang mengindikasikan adanya ciri-ciri *Unbalance*.

B. Rekomendasi Pemeliharaan

Rekomendasi pemeliharaan anatar lain sebagai berikut:

- Lakukan pengecekan visual pada permukaan *blade fan*.
- Lakukan pemeriksaan pada *balance weight blade fan*.
- Lakukan pengecekan visual pada *shaft Fan*.
- Lakukan *Balancing Fan*.

C. Data Pengukuran Vibrasi Setelah Perbaikan

Berdasarkan pengambilan data vibrasi pada tanggal 12 Maret 2023 dengan menggunakan alat CSI 2140 *Machinery Health Analyzer* setelah dilakukan perbaikan pada *Induced Draft Fan* didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel III  
Data vibrasi setelah perbaikan

IDFA		MIH	MI V	MI A	MI H	MI V	MI A	F1H	F1V	F1A	F2H	F2V	F2A
Tanggal	Pukul	1.74	0.84	0.72	2.58	1.20	0.52	2.92	1.46	2.10	2.24	0.57	1.38
12/03/2023	10.00												
A (Accepted)	B (Pre Warning)	C (Warning)		D (Danger)									
$x < 2.30$	$2.30 < x < 4.5$	$4.5 < x < 7.10$		$x > 7.10$									

Pada *spectrum* setelah dilakukan perbaikan diatas dapat dilihat puncak *spectrum* RMS = 2.95 mm/sec dominan pada 1x Rpm, nilai ini masih dibawah batas alarm sinyal vibrasi untuk adanya indikasi kerusakan sesuai standar Vibrasi ISO 10816.

D. Rugi-rugi Daya Output Generator

*Induced draft fan* adalah motor yang berfungsi untuk memvakum ruang bakar (*furnace*) untuk mempertahankan tekanan pada ruang bakar juga menghisap udara sisa pembakaran pada *furnace* dibuang melalui *stack*. Jika terjadi gangguan pada motor *induced draft fan*, mengakibatkan pembakaran pada *furnace* tidak optimal sehingga berakibat pada uap panas yang menuju ke turbin, berdampak pada daya generator yang akan dibangkitkan.

Data lost output generator terjadi rugi-rugi daya output tertinggi pada tanggal 10 maret 2023 karena dilakukan balancing induced draft fan selama 5 hari dengan nilai rugi-rugi daya output generator sebesar 90MW dan rugi-rugi daya output generator terendah terjadi pada tanggal 2 januari 2023 dikarenakan inlet MCV *induced draft fan* tidak bisa dicammond dari CCR dengan rugi-rugi daya output generator sebesar 4 MW.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data analisa getaran menggunakan *Vibration Analyzer* CSI 2140 pada ID Fan A unit 2 diperoleh data terbesar yaitu 9.00 mm/s pada posisi Fan DE horizontal dalam hal ini sesuai dengan standar ISO 10816 sudah masuk dalam zona *warning* yang mengindikasikan gejala kerusakan *Unbalance*.
2. Indikasi *unbalance* diperkuat dengan hasil pengukuran sudut fasa antara sisi horizontal dengan sisi *vertical* pada *housing bearing* DE Fan sebesar 88 derajat. Serta Sesuai dengan ketentuan dari *Mobius Institute* bahwa 1x radial (V&H) level tertinggi pada sumbu horizontal. Maka dilakukan perbaikan, salah satunya dengan cara *balancing*.

3. Setelah dilakukan perawatan dengan cara melakukan *balancing* pada unit *induced draft fan* lalu dilakukan pengukuran getaran pada tanggal 12 maret 2023 didapati nilai 2.92 mm/s pada sisi F1 H dan memasuki kategori *Pre warning* berdasarkan iso 10816-3.
4. Kerusakan yang terjadi pada *Induced Draft Fan* berdampak pada keluaran daya output listrik sehingga pemasokan listrik tidak terpenuhi ke konsumen dan mengakibatkan kerugian pada pembangkit.

#### REFERENSI

- [1] Yasdin, Y., & Ramasih, S. (2019). Identification of induced draft fan (idf) damage in boiler waste gas system. *VANOS Journal of Mechanical Engineering Education*, 4(1).
- [2] Wahyudi, A., Yulidarta, Y., & Sugiyarto, S. (2021). Analisa Sinyal Vibrasi untuk Mendeteksi Kerusakan pada Condensate Pump di PLTU Air Anyir Bangka. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan* (Vol. 1, pp. 230-236).
- [3] Pardede, S. P. (2020). Efisiensi Penggunaan Tiny Oil pada saat Start Up Boiler PLTU Sicanang. *JURNAL ILMIAH KOHESI*, 4(1), 99-99.
- [4] Syarief, A., Nugroho, W. S., & Nugraha, A. (2021). Analisa Unjuk Kerja Induced Draft Fan PLTU Asam-Asam Unit 3 Dan 4. *Info-Teknik*, 21(2), 185-198.
- [5] Achmad, J. (2020). *Analisa Over Current Relay pada Motor Induced Draft Fan (ID FAN) STG-BB PT. PUSRI Palembang*. Tugas Akhir. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [6] Aliyah, N. H. (2019). *Pengembangan Sistem Maintenance pada Pabrik Baja PT. Asian Profile*. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- [7] Setyawan, D. B., & Sufiyanto, S. (2013). Metode vibration analysis dalam aplikasi perawatan mesin. *Jurnal Teknik Mesin Transmisi*, 9(2), 921-930.