



## Pengurangan Gangguan Akibat Kegagalan Pengukuran Vibrasi pada *Primary Air Fan* (PAF) di PLTU Jateng 2 Adipala *Operation and Maintenance Services Unit*

### *Interference Reduction From the Failure of Vibration Measurements on Primary Air Fan (PAF) At PLTU Jateng 2 Adipala Operation and Maintenance Services Unit*

Isra' Nuur Darmawan<sup>1,a)</sup>, Kholistianingsih<sup>1</sup>, Agus Purwanto<sup>1</sup>, Priyono Yulianto<sup>1</sup>, Susatyo Adhi Pramono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto

<sup>a)</sup>Corresponding author: [isra.nuur.darmawan@unwiku.ac.id](mailto:isra.nuur.darmawan@unwiku.ac.id)

#### Abstrak

Vibrasi adalah gerakan suatu massa atau benda terhadap suatu posisi yang diam. Secara visual vibrasi adalah gerakan bolak balik dari suatu mesin, yang dapat dirasa dengan tangan atau oleh seluruh tubuh kita, dikenal sebagai getaran. Untuk menjaga agar suatu mesin dapat beroperasi dengan optimal, salah satu nya adalah dengan menerapkan sistem *monitoring* dan proteksi terhadap pembacaan vibrasi pada mesin tersebut. PLTU Jateng 2 Adipala OMU sering terjadi gangguan vibrasi pada peralatan utama PLTU, tepatnya terjadi pada *Primary Air Fan* (PAF) sehingga mengakibatkan PAF *trip*. Hal ini sangat merugikan bagi kinerja PLTU karena akan terjadi *derating* dan mengurangi produksi energi listrik. Berdasarkan pengamatan dalam studi kasus ini maka untuk mengurangi gangguan vibrasi yang diakibatkan oleh kegagalan pengukuran vibrasi pada PAF dilakukan analisa modifikasi *logic protection trip* dan pemantauan rutin secara *real time* maupun terjadwal. Pada tahun 2020 terjadi kehilangan jam produksi sebesar 124,69 jam yang disebabkan oleh gangguan vibrasi PAF dan turun menjadi 5,6 jam pada tahun 2021 setelah dilakukan modifikasi *Logic Protection Trip* PAF.

**Kata Kunci:** pembangkit listrik tenaga uap; vibrasi; *primary air fan*; *logic protection trip*; *derating*

#### Abstract

Vibration is the movement of a mass or object to a stationary position. Visually, vibration is the back-and-forth movement of a machine, which can be felt by hand or by our whole body, known as vibration. To keep a machine operating optimally, one of them is to implement a monitoring and protection system of vibration readings on the machine. PLTU Jateng 2 Adipala OMU itself frequently experiences occurs vibration disturbances in the main equipment of the PLTU, precisely at the PAF causing the PAF tripping. This is extremely detrimental to the performance of the PLTU because it will derate and reduce the production of electrical energy. Based on the observations in this case study, an analysis of the modification of the logic protection trip and routine monitoring in real-time and scheduled is performed to reduce the vibration disturbance caused by the failure of the vibration disturbance caused by the failure of the vibration measurement on the Primary Air Fan (PAF). PAF vibration disturbances resulted in a 124.69-hour loss of production hours in 2020, which was reduced to 5. Hours in 2021 after the PAF Logic Protection Trip was modified.

**Keywords:** steam power plant; vibration; *primary air fan*; *logic protection trip*; *derating*

#### PENDAHULUAN

*Primary Air Fan* (PAF) merupakan peralatan utama pada *Boiler* yang berfungsi sebagai penghasil udara primer (*Primary Air*) yang digunakan sebagai udara pengangkut serbuk batubara dari *Pulverizer/Mill* menuju *Burner* untuk dibakar di dalam *Furnace Boiler*. Keandalan dari PAF

sangat diperlukan karena sangat mempengaruhi target kinerja dan kapasitas operasional dari PLTU.

Gangguan yang sering terjadi pada PAF adalah fenomena terjadinya vibrasi baik secara aktual maupun anomali pada sensor yang menyebabkan PAF trip

sehingga kemampuan pembangkit harus turun 50% dari kapasitas. Hal ini sangat merugikan baik secara kinerja maupun produksi energi listrik dari perusahaan karena PLTU tidak bisa beroperasi secara maksimum kapasitas.

Pada penelitian ini dilakukan analisa gangguan PAF yang disebabkan oleh vibrasi baik yang terjadi secara aktual maupun anomali pada sensor, pemantauan rutin vibrasi secara *online*, penanganan masalah saat terjadi gangguan dan cara mengurangi gangguan pada PAF dengan modifikasi *logic*. Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, antara lain sebagai berikut:

1. Menganalisis penyebab terjadinya gangguan pada PAF.
2. Merekomendasikan cara mengurangi gangguan yang disebabkan oleh vibrasi pada PAF.
3. Menguji hasil dari modifikasi *Logic Protection Trip* PAF yang dilakukan pada PAF di PLTU Jateng 2 Adipala.

## METODE PENELITIAN

Dasar analisa pengurangan gangguan akibat kegagalan pengukuran vibrasi pada Primary Air Fan (PAF) di PLTU Jateng 2 Adipala mengacu pada beberapa karya ilmiah dan pengembangan dari hasil sebelumnya.

Pada jurnal teknik, tahun 2012, karya Haryadi yang berjudul Analisis Vibrasi. Modul ini berisi tentang dasar teori vibrasi dan metode-metode yang dapat dilakukan untuk menganalisa vibrasi pada suatu peralatan [1].

Karya ilmiah tahun 2019 yang berjudul “Analisis penyebab hancurnya *forced Draft Fan* terhadap udara pembakaran *Auxiliary Boiler* di kapal MT Sepinggan”. Karya ilmiah ini berisi tentang analisa penyebab hancurnya/kerusakan yang terjadi pada *force draft fan* di kapal MT Sepinggan dan pengaruhnya terhadap udara pembakaran *auxiliary boiler* [2].

Karya ilmiah tahun 2016, Hadi, Moch. Minanurrahman, yang berjudul “Analisa Kerusakan Bearing *Primary Air Fan* 1B Unit 1 PLTU Tanjung Awar-Awar Tuban menggunakan uji vibrasi”. Karya ilmiah ini berisi tentang analisa penyebab-penyebab sehingga terjadinya kerusakan bearing pada *primary air fan* 1B di Unit 1 PLTU Tanjung Awar-Awar Tuban [3].

Jurnal tahun 2020, Guanhua Xiao and Xi Yan yang berjudul “Analysis on “against the wind” of primary air fan in 300MW CFB boiler” yang membahas kegunaan mengenai *Primary Air Fan* [4].

Jurnal optimalisasi, tahun 2020, Iing Pamungkas, Heri Tri Irawan yang berjudul “Startegi Pengurangan Risiko Kerusakan Pada Komponen Kritis *Boiler* di Industri Pembangkit Listrik” [5].

Jurnal teknik mesin, tahun 2019, Yano Hurung Anoi, Ahmad Yani, Bayu Asmoro Seto yang berjudul “Analisis

Penyebab dan Perbaikan Vibrasi pada Fin Fan Blower F1-Ek-9D1 Milik PT. Badak LNG Bontang” [6].

Jurnal teknik mesin, tahun 2011, Dimas Bagus setyawan, yang berjudul “Metode *vibration analysis* dalam aplikasi perawatan mesin”. Jurnal ini membahas tentang metode yang dilakukan untuk menganalisa vibrasi dalam aplikasi perawatan mesin [7].

Jurnal teknik mesin tahun 2015, yang berjudul “Mechanical vibration – Measurement and evaluation of machine vibration”. Jurnal ini berisi tentang standar pengukuran dan evaluasi vibrasi pada sebuah mesin sesuai dengan ISO 20816-1 [8].

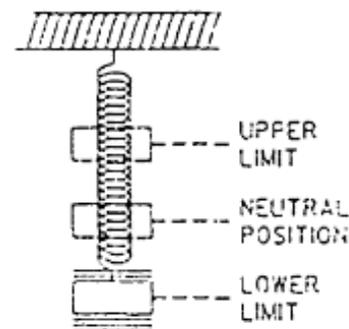
Jurnal teknik tahun 2016, yang berjudul “Analisis High Axial Vibration pada Blower 22K-102 Refoemer Force Draft Fan (FDF)–Hydrogen Fan”. Jurnal ini menganalisa penyebab-penyebab terjadinya vibrasi pada FDF di Hydrogen Fan [9].

Karya ilmiah tahun 2016, Nurlaila Hasibuan, yang berjudul “Analisa Performansi Primary Air Fan pada PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Listrik Tenaga Uap (PLTU) Labuhan Angin”. Karya ilmiah ini membahas mengenai analisa performa primary air fan dalam sistem pembakaran didalam boiler [10].

Karya ilmiah tahun 2021, Siti Sholihatul Imah, yang berjudul “Evaluasi sistem proteksi motor *Primary Air Fan* di PLTU Tanjung Jati B Unit 3”. Karya ilmiah ini membahas mengenai proteksi-proteksi pada *Primary Air Fan* dan evaluasi terhadap sistem-sistem proteksinya [11].

## Vibrasi

Vibrasi adalah gerakan suatu massa atau benda terhadap suatu posisi yang diam [12]. Secara visual vibrasi adalah gerakan bolak balik dari suatu mesin, yang dapat dirasa dengan tangan atau oleh seluruh tubuh kita, yang dikenal sebagai getaran [13]. Getaran dapat dilihat dimana-mana, misalnya sebuah pegas dimana ujung atasnya dilekatkan pada benda diam dan ujung bawahnya diberikan beban, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem getaran pada sebuah pegas yang ujung bawahnya diberikan sebuah beban

## Getaran dan Kondisi Mesin

Mesin yang ideal tidak akan bergetar karena energi yang diterimanya digunakan sepenuhnya untuk kefungsiannya sendiri. Dalam praktek mesin yang dirancang dengan baik getarannya relative rendah namun untuk jangka waktu pemakaian yang lama akan terjadi kenaikan level getaran karena hal berikut:

- Keausan pada elemen mesin.
- Proses pemantapan fondasi sedemikian rupa sehingga terjadi deformasi dan mengakibatkan misalignment pada poros.
- Perubahan perilaku dinamik pada mesin sehingga terjadi perubahan frekuensi pribadi.

Pada jaman dahulu problema getaran dapat dirasakan oleh operator karena alasan berikut:

- Putaran kerja mesin relatif rendah sehingga frekuensinya masih dapat dirasakan.
- Masih ada interaksi yang intensif antara operator dengan mesin.

Sedangkan dewasa ini problema getaran permesinan tak teramati dengan detil karena alasan berikut:

- Putaran kerja mesin yang relatif tinggi sehingga sulit merasakan getaran yang terjadi.
- Interaksi yang relatif jarang antara operator dengan mesin karena mesin dioperasikan menggunakan sistem kontrol.

Keadaan di atas mengakibatkan bahwa pemantauan getaran mesin dewasa ini tidak dapat lagi dilakukan secara kualitatif sehingga pemakaian peralatan getaran untuk memantau getaran yang terjadi adalah merupakan keharusan.

Umumnya elemen mesin bertumpu pada sistem bantalan sehingga gaya eksitasi getaran pada elemen tersebut diteruskan pula ke sistem tumpuannya. Karena itu pemantauan sinyal getaran dilakukan pada rumah bantalan. Sinyal getaran yang dipantau tersebut berupa sinyal getaran dalam domain waktu yang dapat dikonversikan lebih lanjut ke dalam domain frekuensi. Setiap getaran mesin memiliki level getaran tertentu dan dalam domain frekuensi memiliki *spectrum* dengan ciri tertentu.

## Tranduser Getaran

Transduser ini memegang peranan penting dalam kegiatan pemantauan sinyal getaran karena terletak di sisi terdepan dari suatu proses pemantauan sinyal getaran mesin. Transduser ini berfungsi untuk mengubah besaran sinyal getaran analog dalam besaran listrik dan pada umumnya berbentuk tegangan listrik.

Transduser getaran ini dibedakan menjadi 3 yaitu:

- Sensor simpangan getaran (*Displacement Transducer*)
- Sensor kecepatan getaran (*Velocity Transducer*)

- Sensor percepatan getaran (*Accelerometer*)

## Sinyal Getaran

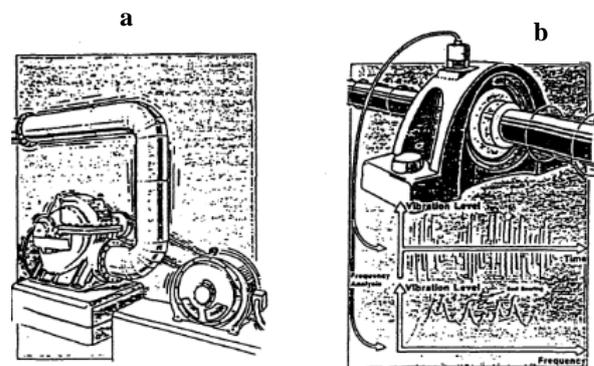
Sinyal yang diperoleh melalui transducer pada pengukuran suatu getaran mesin adalah suatu gabungan berbagai respons/tanggapan bangunan mesin terhadap bermacam-macam gaya eksitasi dari dalam mesin maupun dari luar mesin. Kunci ke arah analisis yang efektif adalah penguraian sinyal kompleks ini menjadi komponen-komponennya.

Domain waktu memberikan gambaran fenomena getaran secara fisik sedang domain frekuensi merupakan cara yang cocok untuk mengidentifikasi komponen-komponennya. *Computational System Incorporated (CSI)* mampu bekerja pada domain waktu dan domain frekuensi.

## Analisa Data Domain Frekuensi

Analisis data domain frekuensi dilakukan umumnya untuk kegiatan berikut

- Memeriksa apakah amplitudo suatu frekuensi domain masih dalam batas yang diijinkan oleh standar.
- Memeriksa apakah amplitudo untuk rentang frekuensi tertentu masih berada dalam batas yang diijinkan oleh standar.
- Keperluan diagnosis.



**Gambar 2.** Getaran permesinan dan sinyal getarannya.

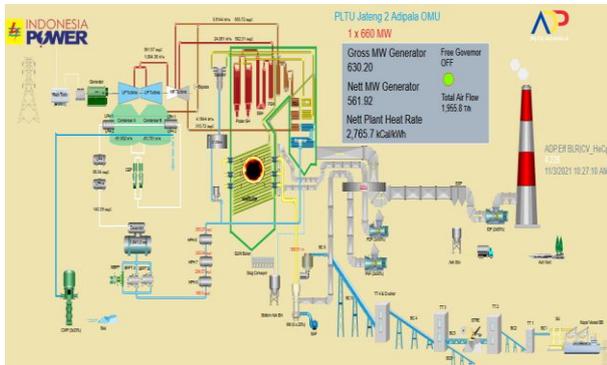
Keterangan:

- Getaran yang terjadi pada sistem pipa diakibatkan oleh getaran yang berasal dari getaran blower. Dalam kasus ini salah satu frekuensi getaran blower sarna dengan frekuensi pribadi pipa sehingga terjadi kasus resonansi. Untuk diagnosis yang lebih akurat maka sinyal getaran pada pipa maupun yang pada blower perlu dianalisis dalam domain frekuensi, dapat dilihat pada **Gambar 2**.
- Pemantauan sinyal getaran pada rumah bantalan. Untuk mengetahui apakah getaran yang terukur berasal dari elemen rotasi maka sinyal tersebut dianalisis dalam domain frekuensi. Data frekuensi domain selanjutnya diperiksa apakah tergantung pada frekuensi putaran elemen rotasi.

### Primary Air Fan (PAF)

Salah satu sistem utama dalam boiler adalah sistem udara dan gas buang yang mendukung terjadinya proses pembakaran di dalam boiler, hal ini dilakukan agar proses pembakaran dapat dikontrol secara optimal sehingga terjadi proses pembakaran yang sempurna dan efisien. PAF merupakan peralatan utama pada Boiler yang masuk dalam sistem udara dan gas buang yang berfungsi sebagai penghasil udara primer (*Primary Air*) yang digunakan sebagai udara pengangkut serbuk batubara dari *Pulverizer/Mill* menuju *Burner* untuk dibakar di dalam *Furnace Boiler*. Udara primer di ambil dari udara atmosfer lalu masuk ke wind box dan di teruskan ke nozzle–nozzle ruang bakar/furnace sebagai udara pembakaran[14].

PAF (Gambar 4) sangat penting bagi operasional PLTU (Gambar 3) karena sangat mempengaruhi kinerja dan produksi. PAF merupakan sebuah fan yang digerakkan oleh motor 6,3 kV yang udara hasil dari putaran fannya menuju ke *Mill* untuk mengangkut batubara yang telah tergerus menuju ke boiler [15].



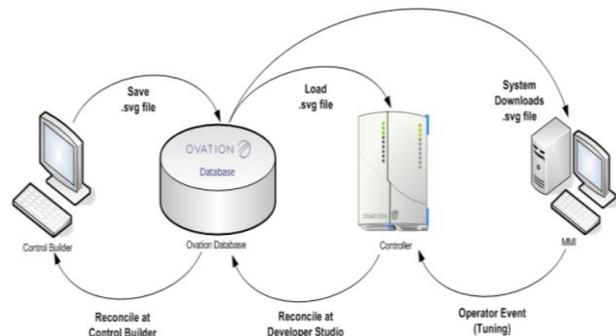
Gambar 3. Siklus PLTU batubara



Gambar 4. Primary air fan (PAF)

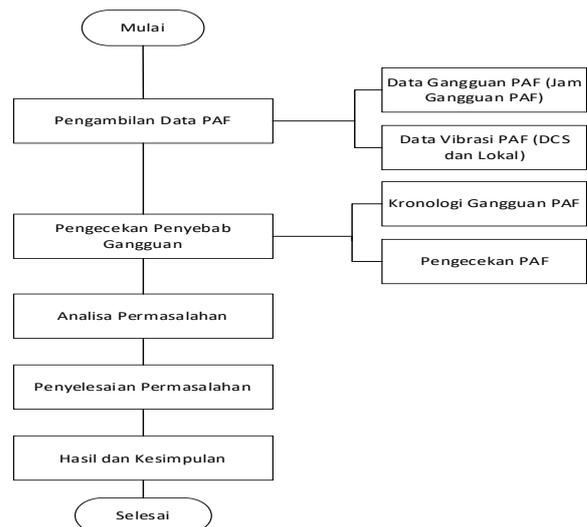
### Alat Pengukur Instrumentasi

Alat pengukur instrumentasi adalah perangkat penting untuk mengukur dan melindungi dari kerusakan karena selain sebagai monitoring juga digunakan sebagai pengaman saat peralatan beroperasi diluar parameter normal. Untuk lebih jelasnya pada Gambar 5.



Gambar 5. Flow pengukuran instrumentasi

Diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 6. dibawah ini:



Gambar 6. Diagram alir penelitian

### Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengambilan data awal sebagai bahan analisa, data tersebut meliputi:

#### 1. Data gangguan PAF

Data gangguan PAF digunakan untuk mengetahui jumlah jam gangguan yang diakibatkan oleh PAF. Jam gangguan tersebut memperlihatkan durasi unit pembangkit mengalami gangguan dalam periode tertentu dan *loses kWh* yang dialami unit pembangkit. Selain itu data tersebut juga memperlihatkan beban maksimal yang mampu dibangkitkan oleh unit pembangkit sehingga bisa dihitung *equivalent force derating hours* (EFDH) yang dialami unit pembangkit.

#### 2. Data monitoring vibrasi PAF

Data *monitoring* vibrasi PAF digunakan untuk mengetahui nilai vibrasi PAF dalam satuan mm/s. Pengambilan data vibrasi ini dilakukan dengan 2 metode yaitu *live monitoring* DCS dan monitoring lokal oleh tim pdm.

Data *live monitoring* DCS secara *live* memonitor nilai vibrasi pada PAF sehingga setiap perubahan dari nilai

vibrasi PAF bisa diketahui dengan cepat. Sedangkan monitoring lokal oleh tim pdm dilakukan pengambilan data sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan sesuai *Maintenance Strategy* di PLTU Jateng 2 Adipala OMU. Live monitoring DCS dilakukan oleh operator dimana secara live vibrasi dimonitor pada DCS agar selalu beroperasi sesuai dengan *standart operation* yang diijinkan. Sedangkan untuk monitoring lokal dilakukan oleh tim pdm menggunakan teknologi *vibration analyzer* yang diukur sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan oleh PLTU Jateng 2 Adipala sesuai dengan *Mintenance Strategy*.

### 3. Data kronologi gangguan

Data kronologi gangguan digunakan untuk mengetahui kronologi gangguan yang terjadi pada PAF baik urutan peristiwa maupun penanganan yang sudah dilakukan oleh operator. Data tersebut dipergunakan untuk membandingkan dengan SOP (*Standard Operating Procedure*) yang sudah ada sehingga perlu dilakukan revisi SOP atau tidak agar saat terjadi gangguan yang sama penanganan bisa lebih cepat dan aman. Selain itu data kronologi gangguan juga di gunakan untuk mengevaluasi kerja dari sistem proteksi baik sistem proteksi dari PAF maupun sistem proteksi unit pembangkit.

### Metode Analisa Data

Dalam proses analisa pengurangan gangguan akibat kegagalan pengukuran vibrasi PAF digunakan 2 alat pengukuran yaitu:

#### 1. Live Monitoring DCS

Live monitoring DCS digunakan untuk memonitor operasional vibrasi PAF secara live, adapun tampilan dari monitoring vibrasi DCS seperti [Gambar 7](#).

	PAF A	PAF B
BRG X-VIB	HH	HH
BRG Y-VIB	HH	HH
BRG X-VIB	1.331 mm/s	0.887 mm/s
BRG Y-VIB	1.509 mm/s	1.879 mm/s

**Gambar 7.** Monitoring DCS

#### 2. Vibration Analyzer

*Vibration analyzer* digunakan oleh tim pdm untuk mengukur nilai vibrasi dari PAF secara langsung. Data pengukuran dari *Vibration analyzer* ini digunakan untuk memverifikasi nilai dari DCS. Adapun *Vibration analyzer* terlihat seperti [Gambar 8](#).



**Gambar 8.** Vibration analyzer

Kemudian untuk melihat hasil dari proses pengurangan gangguan pada PAF sebelum dan sesudah dilakukannya modifikasi, dapat dilihat pada jumlah jam gangguan dan beban derating yang dialami oleh PAF. Hal tersebut yang dinamakan *Equivalent Force Derating Hours* (EFDH) pada Indeks Kinerja Pembangkit.

### Metode Pengembangan Sistem

Dalam mengembangkan analisa penelitian ini maka dilakukan beberapa cara untuk mengurangi gangguan yang diakibatkan oleh vibrasi pada PAF antara lain:

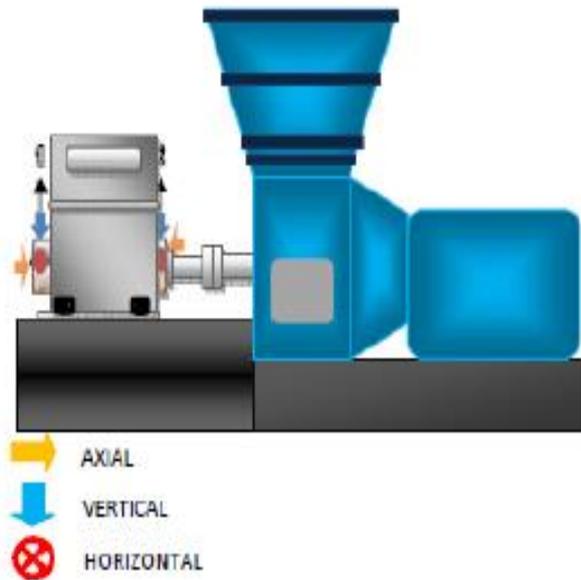
1. Modifikasi logic protection trip pada Primary Air Fan (PAF).
2. Melakukan Retrofit modul vibrasi monitoring dari JZEPI menjadi *brand established* (EEMRO / ALSTOM / ABB).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

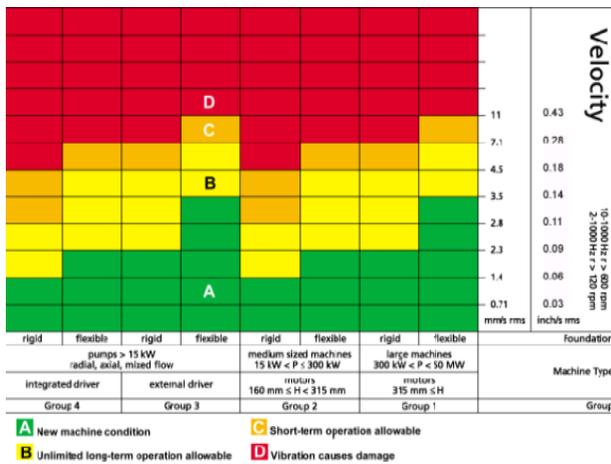
### Hasil Monitoring vibrasi pada *Primary Air Fan* (PAF)

Monitoring vibrasi PAF di PLTU Jateng 2 Adipala dilakukan dengan 2 metode yaitu *live monitoring* DCS dan *monitoring* lokal oleh tim pdm.

Adapun untuk standar operasi dan titik pengukuran yang dilakukan pada PAF dapat dilihat pada [Gambar 9](#) dan [Gambar 10](#).



Gambar 9. Konfigurasi dan titik pengukuran vibrasi primary air fan



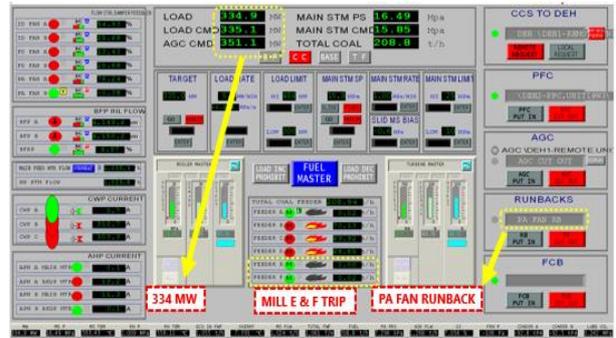
Gambar 10. Standar vibrasi overall velocity untuk rotating equipment (ISO10816-3)

### Kronologi Kejadian Vibrasi

Terjadi beberapa kali gangguan vibrasi pada PAF yang menyebabkan Trip, salah satunya adalah pada 13 November 2020 seperti ditampilkan pada Gambar 11.

Berikut kronologi terjadinya gangguan vibrasi pada PAF:

1. Tanggal 13 November 2020 jam 23:27 PAF Trip karena vibrasi meningkat yang menyebabkan unit turun beban ke 334 MW.
2. Diawali dengan kenaikan nilai vibrasi sisi Y (mm/s): 2,9 -> 3,17 -> 8,1 (11 detik)
3. PAF B Trip, Runback Energize
4. Mill F Trip (Runback)
5. Mill F Stop, 11 + 5 detik Mill E Trip (Runback)



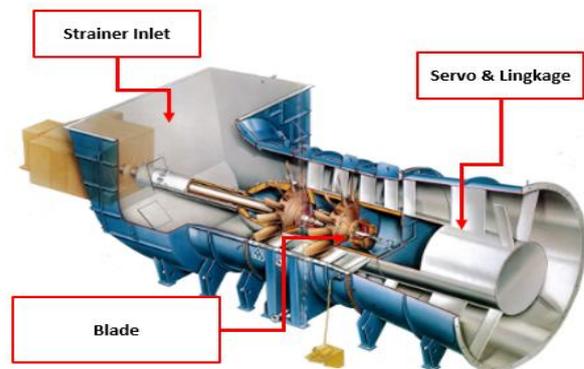
Gambar 11. Unit master coordinate control

### Analisa Gangguan

Analisa dibuat dengan bukti – bukti serta temuan di lapangan. Ada 2 metode dalam Analisa gangguan vibrasi tinggi pada PAF yaitu:

#### a. Analisa sisi mekanis

Analisa dilakukan dari sisi mekanis dengan melakukan internal cek pada PAF pasca Trip/stop. Hal ini dilakukan untuk mengetahui secara visual kondisi komponen mekanik yang terdapat didalam PAF[16]. Adapun pengecekan kondisi dalam PAF meliputi komponen seperti Gambar 12.



Gambar 12. Internal cek sisi mekanis PAF

#### 1. Strainer inlet PAF

Vibrasi dapat disebabkan oleh stainer yang kotor karena aliran udara akan tersendat/tidak lancar sehingga flow udara masuk pada PAF terganggu. Hasil pengecekan strainer inlet PAF dalam kondisi bersih/normal seperti ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Kondisi strainer inlet PAF

## 2. Blade Primary Air Fan

Blade PAF berfungsi untuk mengatur besar kecilnya aliran udara dari PAF ke dalam Mill sehingga batubara dapat tersalurkan dengan optimal ke dalam boiler. Apabila terjadi ketidaknormalan kerja dari blade PAF maka kestabilan aliran udara akan terganggu dan potensi besar terjadi vibrasi pada PAF. Dari hasil pengecekan pada blade PAF tidak ada temuan *rubbing*/gesekan pada blade seperti ditunjukkan pada Gambar 14. yang bisa mengakibatkan vibrasi pada PAF.



Gambar 14. Kondisi blade PAF

## 3. Servo dan Linkage Primary Air Fan

Servo dan Linkage PAF berfungsi untuk menggerakkan/mengatur pembukaan dari blade PAF. Jika terjadi ketidaknormalan operasi servo dan Linkage PAF maka pergerakan blade PAF juga tidak normal sehingga bisa menyebabkan vibrasi pada PAF. Dari hasil pengecekan tidak ditemukan gangguan/masalah pada Servo dan Linkage PAF seperti diperlihatkan pada Gambar 15.

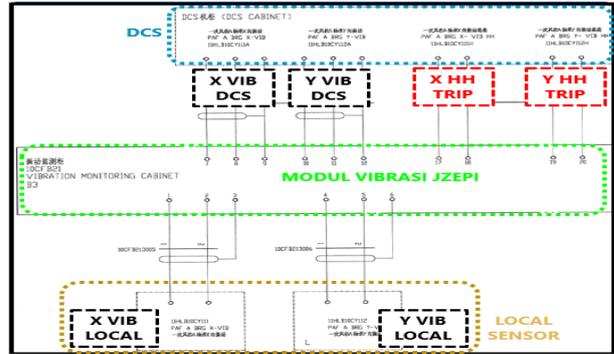


Gambar 15. Kondisi servo & linkage primary air fan

Bedasarkan hasil internal cek sisi mekanik dapat disimpulkan tidak ditemukan gangguan/ketidaknormalan peralatan yang berpotensi menyebabkan gangguan vibrasi pada PAF.

### b. Analisa sisi instrumentasi

Dilakukan analisa dari sisi instrumentasi dengan melakukan pengecekan pada koneksi dan sensor – sensor vibrasi pada PAF[17]. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan adanya kesalahan/error pembacaan pada sensor. Adapun wiring sensor vibrasi ditunjukkan pada Gambar 16.

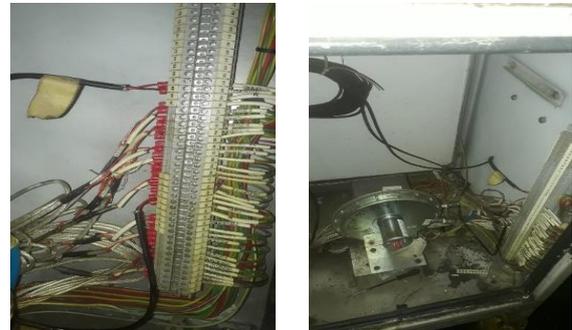


Gambar 16. Wiring sensor vibrasi PAF

Pengecekan yang dilakukan dari sisi instrumentasi sesuai dengan wiring sensor vibrasi adalah sebagai berikut:

### 1. Pengecekan kabel dan terminasi pada panel box

Pengecekan kabel dan terminasi dilakukan untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya kesalahan/fluktuasi pembacaan sinyal yang karena terminasi yang kendur. Setelah dilakukan pengecekan pada kabel dan terminasi tidak ditemukan adanya terminasi yang kendur ataupun kabel yang rusak seperti ditampilkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Kabel dan terminasi sensor vibrasi primary air fan

### 2. Pengecekan tray kabel

Tray kabel juga dilakukan pengecekan untuk mengetahui apabila ada ketidaknormalan seperti kabel terkelupas atau kabel shield yang rusak sehingga memungkinkan kerkena air atau motoran debu. Tidak ditemukan masalah pada tray kabel, kondisi conduit kering dan kabel shield baik seperti Gambar 18.



Gambar 18. Tray kabel sensor vibrasi PAF

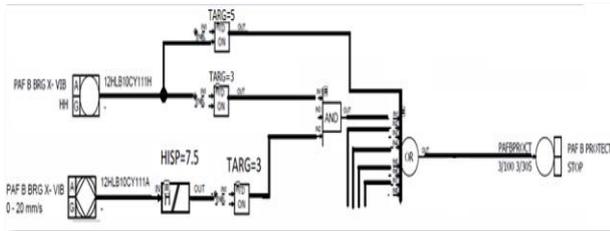
3. Pengecekan sensor vibrasi pada Gambar 19.



Gambar 19. Sensor vibrasi PAF

4. Pengecekan logic protection

Pengecekan pada *logic protection* dilakukan untuk mengetahui urutan proses pengaman apabila terjadi gangguan pada PAF, dan memungkinkan juga dilakukan modifikasi untuk lebih meminimalisir apabila ada kesalahan pembacaan logic. Apapun *logic protection* trip PAF seperti Gambar 20.



Gambar 20. Logic protection trip PAF

Penanganan Gangguan

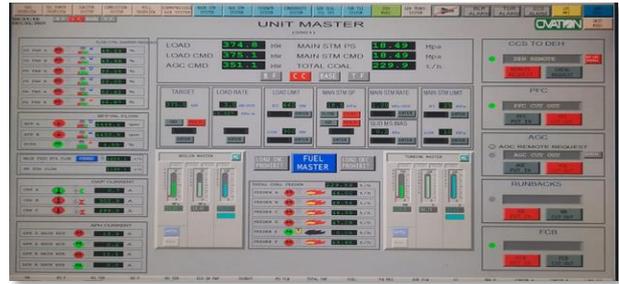
Penanganan gangguan pada PAF terdiri dari atas penanganan saat gangguan PAF terjadi dan penanganan pasca gangguan PAF. Kedua penanganan gangguan tersebut sangat penting dikarenakan mempengaruhi kondisi dan kinerja dari PLTU.

1. Penanganan Saat Gangguan PAF

Penanganan saat gangguan PAF terjadi bertujuan untuk mengamankan unit agar tidak *Trip* saat terjadi gangguan pada salah satu PAF. Hal ini dikarenakan PAF berkapasitas 2x50 % maka saat terjadi gangguan pada salah satu PAF maka akan terjadi ketidakstabilan pada pembakaran didalam *Boiler* sehingga berpotensi besar terjadi *trip* unit apabila salah/tidak sigap dalam penanganan. Walaupun pada sistem *control* PLTU ada fasilitas sistem *runback* tetapi tidak bisa *full AUTO*, harus ada pengkondisian dari operator.

Pengkondisian dari operator bertujuan agar pembakaran didalam *boiler* stabil dan tidak terjadi gangguan pada peralatan lain yang bisa menyebabkan MFT (*Main Fuel Trip*) yang akibatnya unit ikut *trip*.

Pastikan *Setting* dari control-control PLTU saat operasi normal seperti Gambar 21.



Gambar 21. Control unit master

- Setting control unit master “Coordinate Control”
- Semua setting fan-fan Boiler “Auto”
- Setting Runback “RB Put In”

Penanganan oleh operator saat terjadi gangguan salah satu PAF adalah sebagai berikut:

- Turunkan beban (*Load*) ke 330 MW (50%)

Tujuan dari diturunkannya beban ke 50 % dikarenakan agar tidak terjadi *over capacity* pada PAF yang beroperasi karena kapasitas dari PAF adalah 2x50%.

- Stop/trip* Mill F dan E (Mill sisi atas), sisakan 3 Mill beroperasi

Tujuan dari dilakukan *stop/trip* 2 Mill adalah agar tidak terjadi *over capacity* pada PAF yang beroperasi. Setiap masing – masing PAF hanya mampu mensuplai 3 Mill sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu PAF maka mill harus disisakan 3 mill.

- Start igniter* level C dan D (kondisional)

*Igniter* dinyalakan pada level C dan D, adapun banyaknya *igniter* yang perlu dinyalakan kondisional sesuai dengan kebutuhan. Tujuan dari penyalaan *igniter* adalah agar *main steam pressure* dan *temperature* kualitasnya tetap terjaga *superheat steam*.

- Pengkondisian *fan boiler*

Saat terjadi gangguan salah satu PAF maka fan-fan boiler akan berpindah dari mode “*AUTO*” ke “*MANUAL*”. Hal ini disebabkan perubahan parameter yang mendadak dan berlangsung dengan cepat. Lakukan perubahan Kembali setting fan-fan boiler dari mode “*MANUAL*” ke “*AUTO*” agar saat terjadi fluktuasi parameter yang sifatnya kecil bisa diakomodir dengan cepat oleh fan-fan boiler.

- Proses penstabilan parameter operasi  
 Proses penstabilan parameter operasi meliputi:

- *Current motor* PAF (<330 A)
- *Furnace pressure* (-100 Pa)
- *Total Air flow* (>1200 t/h)
- *Flue gas temperature outlet* APH (138 °C <Flue gas <150 °C)
- *Main steam temperature* (54 °C <MST <570 °C)
- *Reheat steam temperature* (54 °C <RHT < 570 °C)

## Penanganan Pasca Gangguan PAF

Penanganan pasca gangguan PAF bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab dan melakukan perbaikan/*improvement* agar dapat mengurangi/mencegah kejadian serupa terjadi. Dalam proses identifikasi dan *improvement* melibatkan bidang Operasi, Pemeliharaan dan Enjinereng dikarenakan saat dilakukan pengecekan baik dari sisi mekanis maupun instrumentasi tidak ditemukan ketidaknormalan peralatan.

### 1. Pembahasan/diskusi rapat keandalan

Pembahasan dilakukan untuk mengidentifikasi dan memitigasi gangguan baik penyebab maupun solusi yang akan dilakukan untuk menanggulangi permasalahan PAF. Pembahasan tersebut dilakukan dalam sebuah forum engineering yang rutin dilakukan di PLTU Jateng 2 Adipala sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan.

Dalam pembahasan tersebut tidak ditemukan permasalahan pada peralatan mekanis maupun instrumentasi, tetapi ditemukan potensi permasalahan pada *logic protection trip* PAF.

Hasil pembahasan mengenai permasalahan PAF diputuskan untuk melakukan modifikasi pada *logic protection trip* PAF untuk menghindari terjadinya *error*/kesalahan pembacaan vibrasi PAF yang bisa menyebabkan *Trip* PAF.

### 2. Persiapan

Dalam proses modifikasi *logic protection trip* PAF diperlukan beberapa persiapan-persiapan agar dalam pelaksanaan modifikasi tidak ada kesalahan yang dapat menyebabkan gangguan terhadap peralatan lain. Adapun persiapannya dapat dilihat lebih jelas pada **Gambar 22**,

**Gambar 23**, **Gambar 24**, dan **Gambar 25** adalah sebagai berikut:

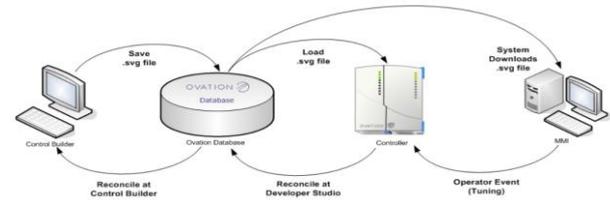
#### a. Major Issue

- *Logic trip* PAF berada pada *control sheet* 3/3/306 (*Drop* 3).
- Setelah proses modifikasi selesai, maka dilakukan *save control sheet* dan *load* ke *controller drop* 3 dan 53 (bergantian).
- Proses *load* berlangsung selama 30s – 60s.
- Proses *load* mengakibatkan *controller* berhenti mengontrol.
- *Load controller* dapat dilakukan saat *online* operasi



**Gambar 22.** Load drop 3 dan 53 developer studio

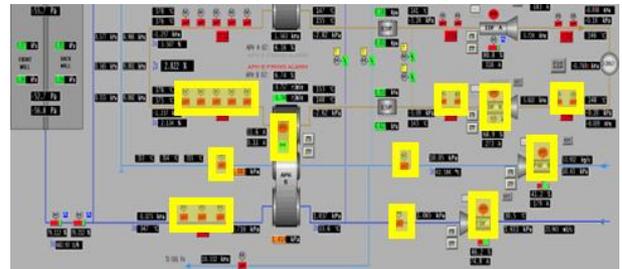
#### b. Reconcile



**Gambar 23.** Reconcile drop 3 developer studio

- Membakukan *tuning value*/ operation parameter/ *online* parameter kedalam database, yang selanjutnya disimpan dalam *control sheet* dan disimpan dalam *drop/controller*.
- Proses *reconcile* dilakukan sebelum *load* ke *controller*.
- Apabila tidak dilakukan *reconcile*, maka data parameter *online* operasi akan hilang dan tidak tersimpan dalam database setelah proses *load controller*.

### 3. Eksekusi Modifikasi Logic Protection Trip PAF



**Gambar 24.** Gas overview system

#### Mitigasi:

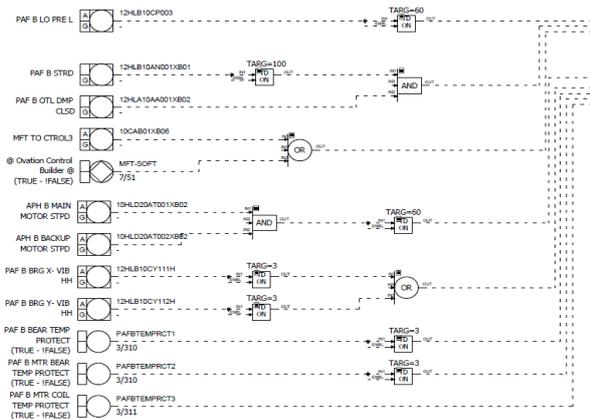
- Melakukan *tagging* DCS untuk motor APH B (*Main* dan *Backup*), PAF B, FDF B dan IDF B.
- Melakukan *switch selector* dari *REMOTE* ke *LOCAL* untuk APH B (*Main* dan *Backup*).
- Melakukan *switch selector* dari *REMOTE* ke *LOCAL* dan *tagging* DCS untuk *inlet* dan *outlet* damper APH B, PAF B, FDF B dan IDF B.
- Melakukan *switch selector* dari *REMOTE* ke *LOCAL* untuk *oil station* PAF B, FDF B dan IDF B.

#### Penormalan:

- Melakukan lepas *tagging* DCS untuk motor APH B (*Main* dan *Backup*), PAF B, FDF B dan IDF B.
- Melakukan *switch selector* dari *LOCAL* ke *REMOTE* untuk APH B (*Main* dan *Backup*).
- Melakukan *switch selector* dari *LOCAL* ke *REMOTE* dan lepas *tagging* DCS untuk *inlet* dan *outlet* damper APH B, PAF B, FDF B dan IDF B.
- Melakukan *switch selector* dari *LOCAL* ke *REMOTE* untuk *oil station* PAF B, FDF B dan IDF B.
- Melakukan pencatatan setting pada CCS Mode.

#### Perubahan Logic Protection Trip PAF

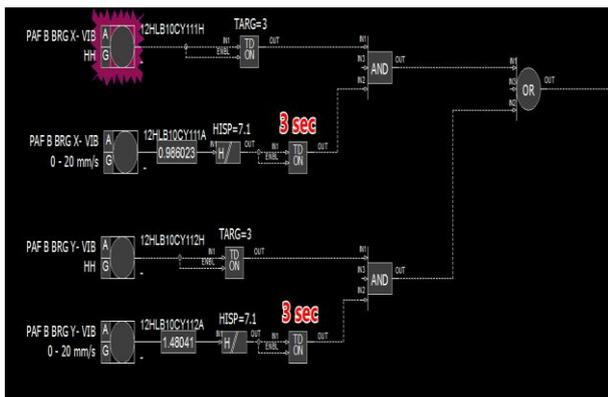
- Sebelum



Gambar 25. Logic protection trip PAF sebelum modifikasi

Sinyal PAF bearing Y atau X vib HH dengan setting sinyal contact 7,1 mm/s apabila muncul selama 3 detik akan mengakibatkan PAF Trip. Adapun kelemahan dari logic protection PAF pada Gambar 25. adalah sebagai berikut:

1. Single trip sinyal condition
2. Delay time 3 detik
3. Sinyal trip murni dari output contact modul vibrasi JZEPI
4. Belum ada antisipasi kegagalan sensor/modul
5. Sinyal vib HH perlu manual reset
6. Belum ada monitoring vibrasi real time perbandingan - Sesudah



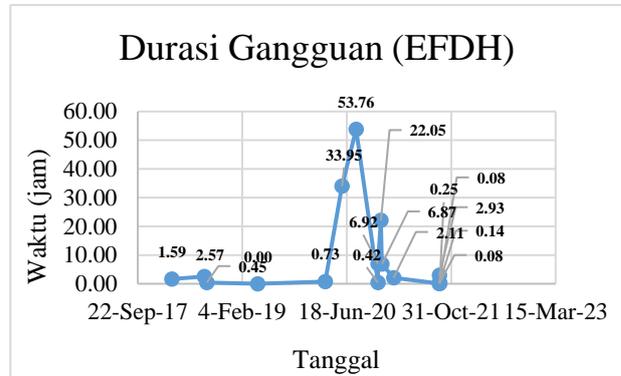
Gambar 26. Logic protection trip PAF sesudah modifikasi

Kelebihan Logic Protection Trip PAF sesudah modifikasi adalah sebagai berikut:

1. Sinyal trip HH muncul selama > 3 detik
2. Indikasi vibrasi > 7,1 mm/s selama > 3 detik
3. Apabila sinyal analog hunting < > 7,5 kurang dari 3 detik PAF tidak trip
4. Apabila sinyal digital vib HH flicker < 3 detik PAF tidak trip

Dari modifikasi seperti Gambar 26. dapat menghindari PAF trip karena kegagalan/kesalahan pembacaan sensor/modul vibrasi.

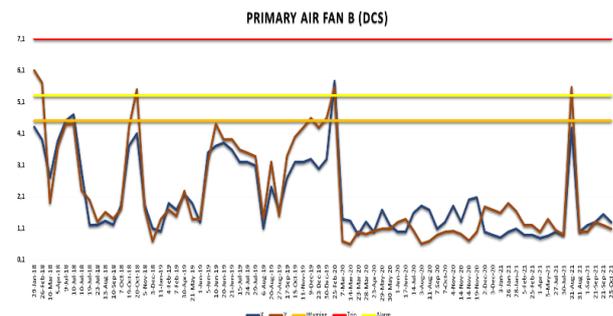
Setelah dilakukan modifikasi Logic Protection Trip PAF untuk mengurangi gangguan akibat kegagalan pengukuran vibrasi pada PAF di PLTU Jateng 2 Adipala maka didapatkan hasil penurunan jam gangguan pada PAF.



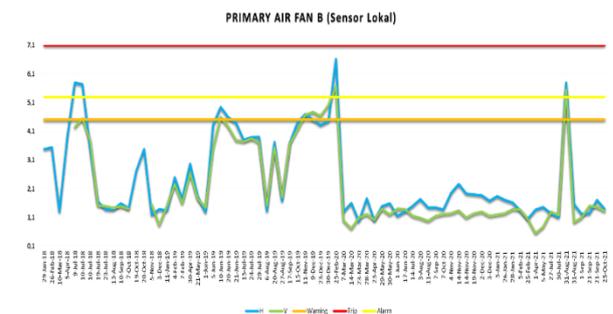
Gambar 27. Grafik durasi gangguan pada PAF 2018-2021

Jika melihat Gambar 27. terjadi penurunan jumlah jam gangguan pada PAF sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi Logic Protection Trip PAF terutama pada tahun 2020 yaitu sebesar 124,69 jam turun menjadi 5,6 jam pada tahun 2021.

Selain perbandingan dari jumlah jam gangguan, dapat dilihat juga perbandingan dari trending pengukuran vibrasi PAF seperti pada Gambar 28.



Gambar 28. Grafik pengukuran PAF (DCS) 2018-2021



Gambar 29. Grafik pengukuran primary air fan (sensor lokal) 2018-2021

Dari data hasil pengukuran vibrasi yang dilakukan sesuai dengan jadwal yang sudah ditentukan dan Gambar 29, vibrasi sebelum dan setelah dilakukan modifikasi *Logic Protection Trip* PAF nominal vibrasi cenderung stabil kecuali pada tanggal 31 Agustus 2021 terjadi kenaikan vibrasi X: 5,79 mm/s dan Y: 5,54 mm/s saat running dengan 5 mill dan turun menjadi normal saat running 4 mill.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Dari penelitian diatas maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Penyebab terjadinya gangguan pada PAF adalah terjadinya kegagalan sensor vibrasi yang diakibatkan oleh *flicker/hunting* pada pembacaan vibrasi PAF sehingga menyebabkan PAF.
- Guna mengurangi terjadinya gangguan pada *Primary Air Fan* di PLTU Jateng 2 Adipala yang diakibatkan oleh kegagalan pengukuran vibrasi maka dilakukan modifikasi *Logic Protection Trip* PAF. Modifikasi *Logic Protection Trip* PAF dilakukan dengan menambahkan parameter fungsi *logic* sehingga bisa memilah kualitas sinyal yang masuk ke outputan *Trip* PAF.
- Jumlah jam gangguan yang disebabkan oleh PAF turun dari 124,69 jam pada tahun 2020 menjadi 5,6 jam pada tahun 2021 setelah dilakukan modifikasi *Logic Protection Trip* PAF.

### Saran

Sebagai acuan untuk penelitian lanjutan dapat dikaji hal-hal sebagai berikut:

- SOP/IK (Instruksi Kerja) penanganan gangguan pada PAF baik secara *AUTO* maupun *MANUAL* agar setiap operator dapat melakukan penanganan gangguan secara aman dan andal.
- Pada saat *Plan Outage* (PO) unit pembangkit, dapat dilakukan pengecekan lebih lanjut untuk mekanisme penggerak dan instrumentasi PAF agar bisa dibandingkan antara kondisi sekarang dengan standart yang diijinkan.
- Modifikasi *Logic Protection Trip* PAF yang sudah dilakukan di PLTU Jateng 2 Adipala dapat dilakukan kajian lebih lanjut untuk bisa disempurnakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Haryadi, "Analisis Vibrasi," *Anal. vibrasi*, 2012.
- D. Alimasoni Febriantoro, "ANALISIS PENYEBAB HANCURNYA FORCED DRAFT

FAN TERHADAP UDARA PEMBAKARAN AUXILIARY BOILER DI KAPAL MT. SEPINGGAN," *Skripsi*, pp. 1–9, 2019.

- M. M. Hadi, "Analisa Kerusakan Bearing Primary Air Fan 1B Unit 1 di PLTU Tanjung Awar Awar Tuban Menggunakan Uji Vibrasi," 2016.
- G. Xiao and X. Yan, "Analysis on 'against the wind' of primary air fan in 300MW CFB boiler," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 467, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/467/1/012027.
- I. Pamungkas and H. T. Irawan, "Strategi Pengurangan Risiko Kerusakan Pada Komponen Kritis Boiler di Industri Pembangkit Listrik," *J. Optim.*, vol. 6, no. April, pp. 86–95, 2020, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/328027632.pdf>.
- Y. H. Anoi, A. Yani, and B. A. Seto, "Analisis Penyebab dan Perbaikan Vibrasi Pada Fin Fan Blower F1-Ek-9-D1 Milik PT. Badak LNG Bontang," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 48–55, 2019, doi: 10.24127/trb.v8i1.920.
- D. Setyawan and S. Sufiyanto, "Metode vibration analysis dalam aplikasi perawatan mesin," *J. Tek. Mesin Transm.*, vol. 9, no. 2, pp. 921–930, 2013.
- "ISO 20816-1:2016(en) Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 1: General guidelines," 2016. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:20816:-1:ed-1:v1:en>.
- N. Iskandar and M. L. Azzura, "Analisis High Axial Vibration Pada Blower 22K-102 Reformer Force Draft Fan (Fdf) - Hydrogen Plant," *Rotasi*, vol. 18, no. 4, p. 101, 2016, doi: 10.14710/rotasi.18.4.101-105.
- N. Hasibuan, J. T. Mesin, and P. N. Medan, "ANALISA PERFORMANSI PRIMARY AIR FAN PADA PT PLN ( PERSERO ) SEKTOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP ( PLTU ) LABUHAN ANGIN," 2016.
- S. S. Imah, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "Evaluasi Sistem Proteksi Motor Primary Air Fan," 2021.
- P. P. Pusedik, *Dasar Vibrasi*. .
- A. Jeklin, "Teori Vibrasi," *Tugas Akhir*, no. July, pp. 1–23, 2016.
- Y. Dongjun, "Training Manual for PLTU 2 Jateng 1x660MW Adipala Cilacap (Boiler Part)," no. February, 2013.
- W. Beijing, *Boiler Instruction*, vol. 0. 2015.
- P. PLN, *PEMELIHARAAN MEKANIKAL PEMBANGKIT THERMAL DAN HIDRO*. 2014.
- Z. Deng, "Training Manual for PLTU 2 Jateng

1x660MW Adipala Cilacap (I & C Part),” no.  
February, 2013.