

ANALISIS VIBRASI TINGGI DAN PERBAIKAN PADA IDF (*INDUCED DRAFT FAN*) B MB 23 PT. IKPP PERAWANG

Dicky Aditya Sianturi *¹
Bambang Dwiharipiradi ²

^{1,2} Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bengkalis

*e-mail: dickyaditya841@gmail.com, bambang@polbeng.ac.id

Abstrak

Induced Draft Fan (IDF) merupakan komponen penting dalam sistem pembakaran boiler yang berfungsi menjaga tekanan negatif di ruang bakar. Pada unit IDF B MB 23 milik PT. IKPP Perawang, ditemukan permasalahan berupa peningkatan nilai vibrasi dan suhu kerja yang berpotensi menyebabkan kerusakan mekanis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab utama vibrasi tinggi serta mengevaluasi efektivitas tindakan perbaikan yang dilakukan. Metode yang digunakan mencakup pengukuran getaran menggunakan *vibration analyzer*, analisis spektrum frekuensi, dan pemantauan suhu bantalan dengan kamera termal. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa penyebab utama getaran tinggi adalah ketidakseimbangan massa impeller akibat penumpukan coating. Tindakan perbaikan awal berupa pembersihan impeller dilanjutkan dengan proses *balancing dinamis* menggunakan alat Vibxpert. Setelah dilakukan penyesuaian massa secara bertahap, nilai amplitudo vibrasi berhasil diturunkan dari 4,58 mm/s menjadi 0,62 mm/s, dan *balance quality* mencapai 3,94 G. Dengan demikian, IDF B MB 23 dinyatakan layak beroperasi kembali dan metode analisis kondisi terbukti efektif dalam mendeteksi dan menangani gangguan mekanis secara prediktif.

Kata kunci: *Balancing Dinamis, IDF, Predictive Maintenance, Temperatur, Vibrasi*

Abstract

The Induced Draft Fan (IDF) is a critical component in boiler combustion systems, responsible for maintaining negative pressure within the furnace. At PT. IKPP Perawang, the IDF B MB 23 unit exhibited abnormal conditions, including elevated vibration and operating temperatures, which posed a risk of mechanical failure. This study aims to analyze the root cause of the excessive vibration and evaluate the effectiveness of the corrective actions taken. The methods used include vibration measurement via a vibration analyzer, frequency spectrum analysis, and bearing temperature monitoring using a thermal camera. The investigation revealed that the primary cause of the high vibration was an impeller mass imbalance due to coating buildup. Initial corrective action through impeller cleaning was followed by dynamic balancing using the Vibxpert tool. After stepwise mass adjustment, vibration amplitude was successfully reduced from 4.58 mm/s to 0.62 mm/s, and the balance quality achieved 3.94 G. Therefore, IDF B MB 23 was deemed safe for operation, and the condition-based monitoring method proved effective in predictive mechanical troubleshooting.

Keywords: *Dynamic Balancing, IDF, Predictive Maintenance, Temperature, Vibration*

PENDAHULUAN

Industri pulp dan kertas merupakan sektor yang mengandalkan proses produksi berkelanjutan dengan dukungan sistem mekanis yang bekerja secara kontinyu. Salah satu komponen vital dalam sistem pembakaran boiler adalah *Induced Draft Fan* (IDF), yang berfungsi menghisap gas buang dari ruang bakar dan menyalurkannya ke cerobong. Peran IDF sangat krusial karena mempengaruhi stabilitas tekanan negatif dalam ruang bakar, efisiensi pembakaran, dan keselamatan operasional sistem boiler. Ketidakseimbangan dalam kinerja IDF dapat mengakibatkan peningkatan konsumsi bahan bakar, penurunan efisiensi panas, serta gangguan terhadap kontinuitas produksi.

PT. Indah Kiat Pulp & Paper (IKPP) Perawang, sebagai salah satu produsen pulp dan kertas terbesar di Indonesia, mengoperasikan unit Power Boiler dengan konfigurasi *Circulating Fluidized Bed* (CFB) yang dilengkapi dengan beberapa unit IDF, termasuk IDF B MB 23. Dalam operasionalnya, IDF B

mengalami masalah berupa tingginya tingkat vibrasi, khususnya pada arah horizontal, serta kenaikan temperatur pada area bantalan (*bearing*). Gejala ini tidak hanya menandakan adanya gangguan mekanis, tetapi juga meningkatkan risiko kerusakan komponen seperti poros, kopling, hingga impeller fan. Jika tidak segera ditangani, kondisi ini dapat menyebabkan *shutdown* mendadak yang merugikan dari sisi operasional maupun finansial.

Berdasarkan hasil observasi awal, getaran yang terjadi berpotensi disebabkan oleh ketidakseimbangan massa (*unbalance*) pada impeller, ketidakselarasan poros (*misalignment*), atau keausan bantalan. Untuk memverifikasi dugaan tersebut, diperlukan pendekatan berbasis analisis kondisi (*condition monitoring*), melalui pengukuran getaran menggunakan alat *vibration analyzer* dan pencitraan termal (*thermal imaging*). Standar yang dijadikan acuan dalam interpretasi data vibrasi adalah ISO 10816-3, yang mengklasifikasikan tingkat getaran berdasarkan kategori mesin dan arah gerak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber utama penyebab vibrasi tinggi pada IDF B MB 23, serta mengevaluasi efektivitas tindakan korektif berupa pembersihan impeller dan *balancing dinamis*. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang aplikatif bagi program *predictive maintenance*, meningkatkan keandalan sistem IDF, dan mencegah kerusakan yang lebih parah di masa mendatang

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Divisi Mechanical Maintenance Power Plant (MMP) Unit Power Boiler 3, PT. Indah Kiat Pulp & Paper (IKPP) Perawang, yang merupakan lokasi ditemukannya permasalahan pada IDF B MB 23. Proses analisis difokuskan pada identifikasi penyebab utama tingginya vibrasi dan peningkatan suhu kerja pada unit IDF tersebut. Metode yang digunakan adalah pendekatan analisis kondisi (*condition monitoring*), dengan mengombinasikan teknik pengukuran vibrasi, analisis spektrum frekuensi, serta pemantauan suhu bantalan menggunakan alat pencitra termal (*thermal imaging*).

Pengukuran vibrasi dilakukan menggunakan alat *Vibxpert*, yang mampu mendeteksi tingkat amplitudo dan arah getaran dari berbagai titik pengukuran. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan referensi standar ISO 10816-3 untuk menentukan kategori kondisi mesin. Sementara itu, pengukuran temperatur dilakukan dengan menggunakan *thermal fluke* yang digunakan untuk memantau kondisi termal bearing selama mesin beroperasi.

Setelah data vibrasi dan temperatur dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah identifikasi penyebab getaran, yang meliputi pemeriksaan visual terhadap impeller fan dan pengecekan kelurusan poros serta kondisi sambungan mekanis. Ditemukannya lapisan coating yang menempel pada impeller mengindikasikan adanya ketidakseimbangan massa sebagai penyebab utama. Oleh karena itu, dilakukan proses pembersihan fisik impeller menggunakan air bertekanan tinggi dan alat bantu seperti gerinda.

Langkah akhir dalam metode ini adalah pelaksanaan *balancing dinamis*, yaitu proses penyeimbangan massa impeller secara langsung saat berputar, dengan bantuan alat *Vibxpert*. Dalam proses ini dilakukan penambahan massa secara bertahap pada blade impeller, dengan mengikuti prosedur *trial-error* berdasarkan vektor getaran yang terdeteksi. Pengukuran ulang dilakukan setiap selesai penyesuaian massa untuk memastikan nilai vibrasi turun ke level yang aman sesuai standar. Metodologi ini bertujuan untuk memastikan bahwa tindakan korektif yang dilakukan bersifat akurat dan efektif dalam menurunkan getaran serta mengembalikan kinerja IDF ke kondisi optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Awal Vibrasi

Berdasarkan pengamatan awal terhadap kinerja IDF B MB 23 di PT. IKPP Perawang, ditemukan gejala abnormal berupa peningkatan nilai vibrasi yang signifikan, khususnya pada arah horizontal. Pengukuran dilakukan menggunakan alat *Vibxpert* dengan metode *route-based monitoring* pada titik-titik utama seperti bearing housing dan area shaft. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa

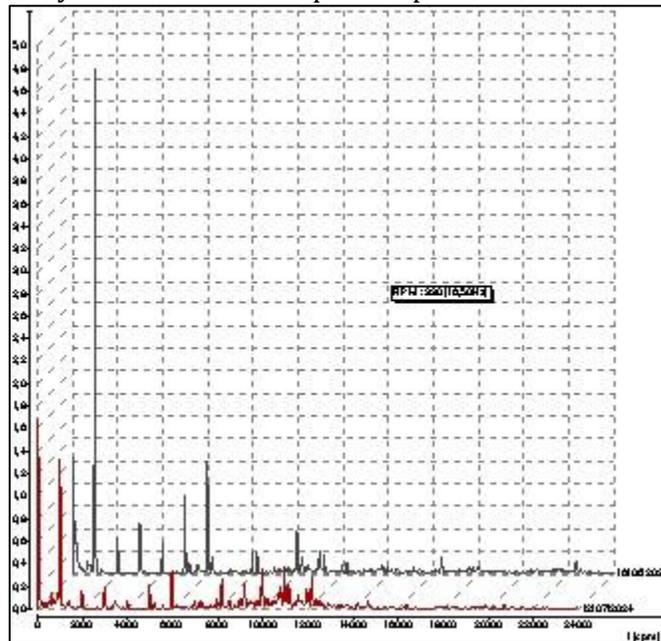
nilai amplitudo getaran melebihi ambang batas normal sesuai standar ISO 10816-3, yang mengklasifikasikan status mesin pada kategori *warning*.

Vibrasi (mm/s)	DE	NDE	B1	B2	K. Power (°C)	K. Starter (°C)	
V	1,18	1,88	1,80	1,84	Rute		
H	1,52	1,48	4,64	4,40			
A	1,38	1,32	2,44	2,18			
TEMP (°C)	61,70	41,60	63,30	61,60	45,30	37,40	

Gambar 1. Hasil Pengukuran Vibrasi sebelum Perbaikan

Berdasarkan gambar di atas, terlihat bahwa nilai amplitudo vibrasi tertinggi terletak pada arah horizontal, yang secara umum menunjukkan adanya ketidakseimbangan dinamis pada komponen berputar. Kondisi ini tidak hanya berpotensi menyebabkan keausan prematur pada komponen seperti bearing dan shaft, tetapi juga meningkatkan risiko kerusakan struktural dan downtime produksi.

Selain itu, analisis spektrum frekuensi dari hasil pengukuran menunjukkan puncak yang dominan pada frekuensi 16,50 Hz, yang sesuai dengan kecepatan putar fan sebesar 990 rpm (1×RPM). Pola ini menjadi indikasi kuat adanya unbalance massa pada impeller fan.



Gambar 2. Spektrum Vibrasi Sebelum Perbaikan

Dari gambar spektrum tersebut dapat diamati bahwa energi getaran terkonsentrasi pada frekuensi fundamental tanpa disertai banyak harmonik atau sideband, yang semakin memperkuat hipotesis bahwa gangguan utama bersumber dari distribusi massa yang tidak merata. Hal ini biasanya disebabkan oleh akumulasi coating, penumpukan debu, atau kerusakan fisik pada blade impeller. Dengan kondisi tersebut, IDF masih beroperasi dengan status *monitoring intensif*, namun tindakan korektif harus segera dilakukan untuk mencegah kegagalan total pada sistem penggerak. Oleh karena itu, langkah berikutnya dalam penelitian ini adalah identifikasi visual dan analisis penyebab spesifik gangguan tersebut, yang akan dibahas pada subbab berikutnya.

Identifikasi dan Penyebab Vibrasi Tinggi

Setelah dilakukan pengukuran awal terhadap nilai vibrasi dan analisis spektrum frekuensi, langkah selanjutnya adalah identifikasi langsung terhadap komponen-komponen utama pada IDF B MB 23. Pemeriksaan difokuskan pada bagian impeller, poros, dan bantalan (bearing), karena hasil spektrum vibrasi sebelumnya mengindikasikan adanya gangguan pada frekuensi $1 \times \text{RPM}$ yang sangat khas terjadi akibat ketidakseimbangan (*unbalance*). Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan gaya sentrifugal yang berlebihan ketika impeller berputar, sehingga menghasilkan getaran berlebih yang ditransmisikan ke seluruh struktur sistem IDF.

Pemeriksaan visual dilakukan oleh tim pemeliharaan dengan membuka cover IDF untuk mengecek kondisi fisik impeller fan. Dari hasil inspeksi ditemukan adanya **lapisan coating** yang menempel pada beberapa bilah (*blade*) impeller. Lapisan ini diduga merupakan residu hasil pembakaran atau kontaminan dari proses sebelumnya yang menumpuk secara tidak merata. Kondisi ini menyebabkan distribusi massa pada impeller menjadi timpang, sehingga sumbu rotasi tidak lagi seimbang secara dinamis.

Selain coating, juga ditemukan tanda-tanda awal dari potensi keausan ringan pada bearing, namun belum berada pada tingkat kritis. Tidak ditemukan indikasi *misalignment* yang signifikan antara motor penggerak dan poros fan, karena posisi kopling masih menunjukkan keselarasan yang baik. Hal ini memperkuat simpulan bahwa penyebab utama vibrasi tinggi adalah **ketidakseimbangan massa akibat akumulasi material pada impeller fan**.

Kondisi ini menjelaskan mengapa amplitudo getaran tertinggi berada pada arah horizontal di titik B1 dan B2, seperti yang ditampilkan dalam gambar 1. Selain itu, getaran yang tinggi tersebut turut menyebabkan peningkatan suhu pada bantalan, dengan nilai temperatur mencapai lebih dari 63°C pada titik B1, yang melebihi batas suhu kerja optimal bearing. Peningkatan temperatur ini merupakan dampak langsung dari gaya vibrasi berulang yang mempercepat gesekan internal dan menurunkan performa pelumasan.

Dari identifikasi ini, dapat disimpulkan bahwa akar permasalahan utama pada IDF B MB 23 adalah **akumulasi coating pada impeller**, yang menyebabkan *unbalance*, diikuti dengan dampak sekunder berupa kenaikan suhu bearing dan potensi kerusakan komponen lainnya jika dibiarkan berlanjut. Oleh karena itu, diperlukan tindakan korektif berupa pembersihan dan balancing untuk mengembalikan keseimbangan sistem secara menyeluruh.

Proses Perbaikan

Setelah dilakukan identifikasi bahwa penyebab utama vibrasi tinggi pada IDF B MB 23 adalah ketidakseimbangan massa pada impeller akibat adanya lapisan coating, langkah perbaikan pertama yang dilakukan adalah **pembersihan fisik impeller fan**. Pembersihan ini dilakukan dengan dua metode, yaitu penyemprotan air bertekanan tinggi dan penggunaan mesin gerinda. Tujuannya adalah untuk menghilangkan seluruh lapisan kontaminan yang menempel tidak merata pada permukaan blade impeller. Proses ini dikerjakan secara hati-hati agar tidak merusak bentuk geometri bilah fan yang dapat memengaruhi aerodinamika aliran gas.

Setelah pembersihan selesai, dilakukan kembali **pengukuran vibrasi** pada tanggal 15 Mei 2025 untuk mengetahui perubahan kondisi mesin. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun terjadi sedikit penurunan, namun nilai vibrasi arah horizontal masih tergolong tinggi. Hal ini diduga karena coating sudah menempel kuat dalam waktu lama dan menyebabkan deformasi kecil pada distribusi massa impeller. Selain itu, kondisi mesin yang masih panas juga dapat mempengaruhi hasil pengukuran vibrasi secara langsung, terutama pada arah horizontal yang menjadi titik sensitif getaran.



Gambar 3. Pengukuran Vibrasi setelah pembersihan

Melihat hasil tersebut, tim teknis memutuskan untuk melanjutkan ke tahap perbaikan lanjutan berupa **balancing dinamis**. Balancing dinamis adalah proses penyeimbangan impeller saat berputar menggunakan metode penambahan massa korektif yang disesuaikan dengan nilai vektor getaran. Alat yang digunakan dalam proses ini adalah *Vibxpert*, yang dapat mendeteksi besar dan arah getaran sekaligus memberikan rekomendasi posisi dan jumlah massa tambahan yang diperlukan. Proses balancing dimulai dengan memberi penandaan pada masing-masing blade impeller. Poros diberi tanda acuan menggunakan lakban hitam dan putih untuk memudahkan sensor dalam membaca posisi rotasi. Setelah data motor dan impeller dimasukkan ke dalam *Vibxpert*, dilakukan beberapa tahap uji coba (*trial mass*) untuk menentukan kombinasi massa dan posisi optimal. Massa tambahan kemudian dilas secara permanen pada blade sesuai hasil analisis vektor.



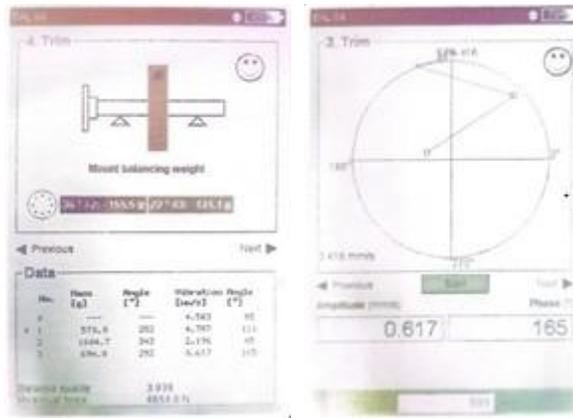
Gambar 4. Blade Impeller dan Proses Penambahan Massa

Langkah ini dilakukan secara bertahap dan berulang. Pada tahap awal, penambahan trial mass sebesar 564 gram di blade nomor 8 justru menyebabkan peningkatan amplitudo vibrasi menjadi 4,78 mm/s, sehingga konfigurasi ini dinyatakan tidak efektif dan dilepas. Penyesuaian dilanjutkan dengan penambahan massa sebesar 864 dan 781 gram pada blade nomor 1 dan 10, yang menurunkan amplitudo menjadi 2,19 mm/s. Proses kemudian dioptimalkan dengan menambah 600 dan 80 gram di blade 9 dan 10, hingga akhirnya nilai amplitudo turun signifikan menjadi **0,62 mm/s**, dan *balance quality* mencapai **3,94 G**, jauh di bawah ambang batas standar ISO 10816-3.

Tabel 1. Hasil Proses Balancing

Proses Balancing	Penambahan massa (gr)	Nomor blade	Amplitudo vibrasi (mm/s)	Balance quality (G)
Data awal	-	-	4,58	-

Trial Mass	564	8	4,78	29,13
Massa 2	864 & 781	1 & 10	2,19	14,01
Massa 3	600 & 80	9 & 10	0,62	3,94



Gambar 5. Balancing quality dan amplitude

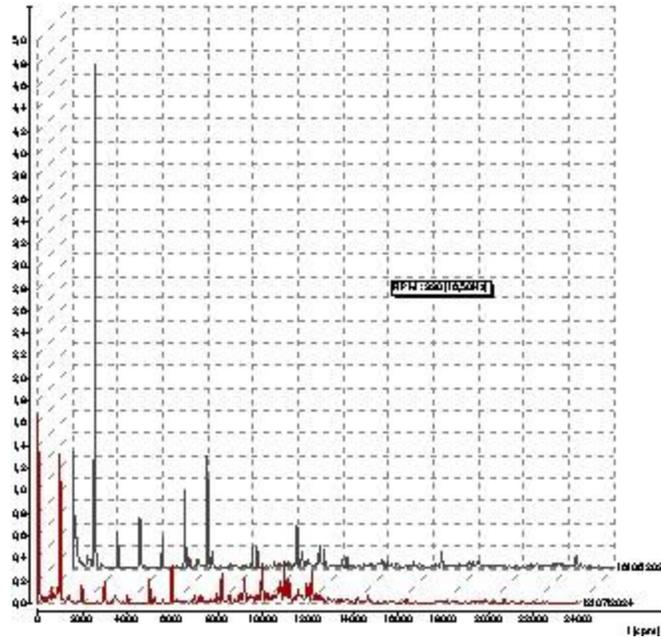
Hasil ini menunjukkan bahwa proses balancing dinamis berhasil menurunkan getaran secara drastis dan mengembalikan kondisi operasi IDF ke keadaan stabil. Dengan nilai vibrasi yang sudah berada dalam zona aman, IDF B MB 23 dinyatakan layak untuk kembali beroperasi secara penuh tanpa batasan. Proses perbaikan ini juga menjadi bukti bahwa pendekatan prediktif dan berbasis analisis kondisi memberikan hasil yang akurat dan efisien dalam menangani gangguan mesin berputar.

Hasil Akhir dan Evaluasi

Setelah dilakukan proses balancing dinamis secara bertahap, hasil akhir menunjukkan adanya penurunan signifikan pada nilai amplitudo vibrasi IDF B MB 23. Data akhir yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai vibrasi pada arah horizontal berhasil diturunkan menjadi **0,62 mm/s**, yang berada jauh di bawah ambang batas peringatan menurut standar ISO 10816-3. Selain itu, nilai *balance quality* mencapai **3,94 G**, menandakan bahwa tingkat keseimbangan massa impeller telah berada pada kondisi sangat baik untuk kategori mesin berputar sekelas IDF.

Tabel 2. Data Setelah Balancing

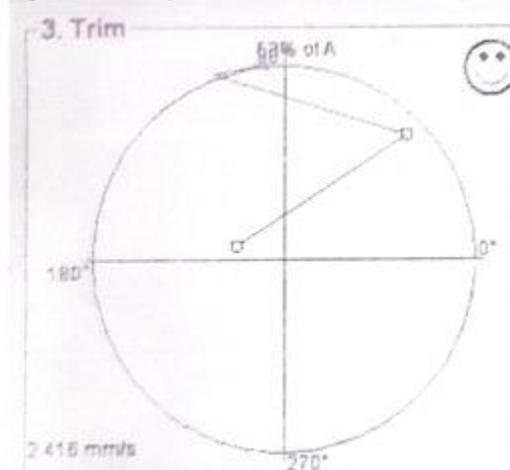
Vibrasi (mm/s)	DE	NDE	B1	B2	K. Power (°C)	K. Starter (°C)	
V	1,05	0,70	0,53	1,57	Setelah dilakukan balancing		
H	0,87	0,83	1,04	0,76			
A	0,98	0,77	1,03	1,18			
TEMP (°C)	61,70	41,60	63,30	61,60	45,30	37,40	



Gambar 6. Spektrum Setelah Balancing

Spektrum vibrasi yang dihasilkan setelah proses balancing juga memperlihatkan perubahan pola yang sangat mencolok dibandingkan kondisi awal. Puncak frekuensi pada $1 \times \text{RPM}$ tetap muncul, tetapi amplitudonya jauh lebih kecil, serta tidak lagi disertai puncak tambahan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa getaran dominan akibat unbalance telah berhasil diminimalkan dan tidak lagi memberikan tekanan berlebih pada komponen sistem.

Evaluasi dari seluruh proses juga memperlihatkan bahwa peningkatan performa mesin tidak hanya tercermin dari penurunan nilai vibrasi, tetapi juga dari kestabilan suhu bantalan. Setelah tindakan korektif dilakukan, temperatur pada titik-titik pengukuran bearing kembali berada dalam rentang kerja normal. Hal ini mengindikasikan bahwa pelumasan kembali bekerja secara optimal, tanpa terganggu oleh gaya getar yang sebelumnya menekan area bantalan secara berlebih.



Gambar 7. Vektor Balancing

Dari vektor balancing yang terekam, terlihat bahwa arah vektor getaran setelah proses koreksi semakin mendekati titik pusat massa impeller. Ini menunjukkan bahwa distribusi massa pada rotor sudah kembali simetris dan tidak lagi menghasilkan gaya sentrifugal tak seimbang saat berputar. Proses penambahan massa korektif yang dilakukan pada blade 1, 9, dan 10 merupakan kombinasi paling efektif untuk mengembalikan keseimbangan impeller.

Secara keseluruhan, hasil akhir menunjukkan bahwa pendekatan analisis kondisi yang diterapkan dalam penelitian ini mampu mengidentifikasi masalah dengan akurat, serta memberikan dasar kuat bagi pelaksanaan perbaikan teknis yang tepat sasaran. IDF B MB 23 kini telah kembali beroperasi secara normal, dan tindakan yang telah dilakukan juga memberikan masukan penting bagi program *predictive maintenance* di masa mendatang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan tindakan perbaikan yang telah dilakukan terhadap IDF B MB 23 di PT. IKPP Perawang, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama yang menyebabkan tingginya nilai vibrasi pada arah horizontal adalah adanya ketidakseimbangan massa (*unbalance*) pada impeller fan. Ketidakseimbangan ini terbukti berasal dari lapisan coating yang menempel tidak merata pada bilah impeller, sehingga mengganggu keseimbangan rotasi dan menimbulkan getaran berlebih. Analisis spektrum vibrasi menunjukkan puncak pada frekuensi $1 \times \text{RPM}$ dengan nilai 16,5 Hz, yang mengindikasikan gangguan dinamis khas dari sistem berputar yang tidak seimbang.

Tindakan awal berupa pembersihan impeller menggunakan air bertekanan tinggi dan mesin gerinda telah dilakukan untuk menghilangkan lapisan coating. Namun, upaya tersebut belum sepenuhnya efektif menurunkan vibrasi hingga ke tingkat aman. Oleh karena itu, dilakukan proses *balancing dinamis* menggunakan alat Vibxpert, dengan pendekatan trial-error dalam penambahan massa korektif pada beberapa blade impeller. Hasil akhir menunjukkan bahwa nilai amplitudo vibrasi berhasil diturunkan hingga 0,62 mm/s, dengan *balance quality* sebesar 3,94 G, yang sudah berada dalam rentang aman sesuai standar ISO 10816-3. Dengan hasil tersebut, IDF B MB 23 dinyatakan layak untuk kembali beroperasi dan sistem dinilai telah stabil secara mekanis.

Sebagai tindak lanjut dari temuan ini, disarankan agar perusahaan melakukan pemeriksaan rutin terhadap kondisi impeller fan, khususnya untuk mendeteksi keberadaan lapisan coating atau kotoran lain yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan massa. Penerapan program *predictive maintenance* berbasis analisis vibrasi juga perlu ditingkatkan, agar potensi gangguan serupa dapat terdeteksi lebih dini sebelum berdampak pada performa produksi. Selain itu, perlu disusun prosedur baku pelaksanaan *balancing dinamis* beserta dokumentasi teknisnya, guna mendukung efektivitas teknisi dalam melakukan koreksi mandiri tanpa ketergantungan pada pihak eksternal. Penggunaan alat ukur yang tepat dan terkalibrasi juga menjadi kunci dalam menjaga akurasi pemantauan kondisi mesin. Terakhir, menjaga kebersihan lingkungan sekitar IDF dan saluran ducting sangat penting untuk mencegah masuknya kontaminan yang dapat memengaruhi performa sistem di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements*. Geneva: ISO.
- PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. (2024). *Dokumentasi internal dan struktur organisasi perusahaan*. Perawang: PT IKPP.
- PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk. (2025). *Laporan kegiatan pemeliharaan dan perawatan Boiler*. Divisi Maintenance Mechanical Power Plant (MMP)
- Girdhar, Paresh. (2004). *Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance*, hal 11-28. Elsevier, British
- Alsabet, J. (2012). *Vibration Analysis and Diagnostic Guide*. Basrah: University of Basrah
- Mobius Institute. (2016). *Vibration Training Course Book Category I (ISO 10816-3)*. Mobius Institute