

PREDICTIVE MAINTENANCE DECANTER CENTRIFUGE MENGGUNAKAN SENSOR VIBRASI UNTUK MENGURANGI DOWNTIME AKIBAT VIBRASI**M Radja Ibrahim R**

PT Indofood Fortuna Makmur, Cikupa – Tangerang, Indonesia

Email : mradjaibrahim@gmail.com

Abstrak (Indonesia)

Decanter centrifuge merupakan unit penting dalam sistem pengolahan air limbah industri makanan ringan yang berfungsi untuk memisahkan padatan dari slurry. Salah satu permasalahan utama pada unit ini adalah tingginya vibrasi akibat kondisi operasi dan faktor mekanis seperti misalignment, unbalance, dan kerusakan bearing. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi downtime mesin melalui penerapan pemeliharaan prediktif berbasis data vibrasi menggunakan sensor. Sensor dipasang pada beberapa titik kritis mesin, seperti feed, drive, secondary, dan main motor bearing, untuk memantau kondisi vibrasi secara real time. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter vibrasi acceleration memiliki korelasi kuat terhadap downtime, dengan nilai regresi tertinggi sebesar 0,9646 pada bearing feed. Setelah pemasangan sensor vibrasi, terjadi penurunan downtime yang signifikan pada komponen decanter centrifuge, sehingga operator dapat menentukan waktu pemeliharaan yang lebih efektif dan mencegah kerusakan berat. Dengan demikian, pemeliharaan prediktif berbasis sensor vibrasi terbukti efektif dalam meningkatkan keandalan operasi serta efisiensi pemeliharaan mesin decanter centrifuge di IPAL.

Sejarah Artikel*Submitted: 28 September 2025**Accepted: 31 September 2025**Published: 1 Oktober 2025***Kata Kunci**

Vibrasi, Decanter centrifuge, Pemeliharaan prediktif, Downtime, Sensor getaran, IPAL.

Pendahuluan

Instalasi pengolahan air limbah atau IPAL merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengolah air limbah yang bersumber dari proses produksi makanan ringan berbahan baku kentang dan jagung. IPAL terdiri dari unit sedimentasi, tahap equalisasi, proses anaerobik, aerobik, dan *dewatering slurry*. *Decanter centrifuge* merupakan unit *dewatering slurry* dengan memisahkan material padat yang terkandung dalam suatu cairan atau *slurry* menggunakan kecepatan tinggi dan proses berputar secara kontinu dengan prinsip gaya sentrifugal (Gea Westfalia Separator Group, n.d.).

Salah satu permasalahan yang sering dialami oleh sebuah mesin berputar adalah vibrasi. Vibrasi dapat ditimbulkan dari *misalignment*, *unbalance*, dan *bearing* (Primis & Budynas–Nisbett, 2008). Selain itu kondisi *slurry* yang fluktuatif membuat unit *decanter centrifuge* mengalami vibrasi yang tinggi. Akibat vibrasi yang timbul ini, membuat komponen *bearing* dan *scroll decanter* cepat mengalami kerusakan, sehingga *downtime* pada mesin akan besar. Oleh karena itu, pemeliharaan prediktif berdasar pada data kondisi vibrasi yang akan diawasi setiap saat dan dapat memberikan operator waktu untuk segera mengatur jadwal pemeliharaan yang efektif agar *downtime* dapat berkurang dan menghindari *breakdown* pada *decanter centrifuge*.

Dalam mengawasi vibrasi pada mesin *decanter centrifuge* digunakan sebuah sensor yang terpasang pada *housing bearing feed decanter*, *drive decanter*, *secondary motor decanter*, dan *main motor decanter*. Sensor tersebut bekerja dengan mengubah gerakan mekanis bolak-balik atau vibrasi menjadi sinyal listrik. Sensor ini menempel erat pada permukaan mesin melalui basis magnetnya, sehingga ia dapat mendeteksi dan mengukur fluktuasi percepatan atau kecepatan getaran yang kemudian diubah menjadi tegangan listrik yang merepresentasikan kondisi dinamis mesin *decanter centrifuge*.

Menurut standar internasional ISO 10816 mesin *decanter centrifuge* masuk ke dalam kategori kelompok 2 atau ukuran medium dengan *rated power* di atas 15 kW. Sehingga dalam standar vibrasi 2372 dibagi berdasarkan tabel berikut :

Table 1 Classification Range for small machine up to large machine (ISO 2372-1974)

Vibration Severity	Velocity Range Limits and Machinery Classes ISO Std. 2372-1974			
in/s RMS	Small Machines	Medium Machines	Large Machines	
	Class I	Class II	Rigid Supports Class III	Flexible Supports Class IV
0.011	good	good	good	good
0.018				
0.028	satisfactory	satisfactory	satisfactory	satisfactory
0.044				
0.071	unsatisfactory	unsatisfactory	unsatisfactory	unsatisfactory
0.110				
0.177	unacceptable	unacceptable	unacceptable	unacceptable
0.28				
0.44				
0.71				
1.10				
1.77				
2.79				

Tabel 1 tersebut digunakan untuk mengawasi vibrasi *velocity* pada mesin *decanter centrifuge*, sedangkan untuk mengawasi vibrasi *acceleration* pengambilan data selama periode tertentu disesuaikan dengan kondisi aktual mesin atau menganalisis tren dan menggunakan garis dasar (*baseline*) mesin (SKF Group, n.d.).

Table 2 Classification Range for acceleration motor output above 15 kW (Data pengamatan atau garis dasar)

Good	0 to 4,0 m/s ²
Acceptable	4,01 to 7,0 m/s ²
Still Permissible	7,01 to 10,01 m/s ²
Dangerous	> 10,01 m/s ²

Table 3 Classification Range for acceleration motor output above 3 kW up to 15 kW (Data pengamatan atau garis dasar)

Good	0 to 6,0 mm/s
Acceptable	6,01 to 8,0 mm/s
Still Permissible	8,01 to 12,0 mm/s
Dangerous	> 12,01 mm/s

Dari tabel 2 dan 3 tersebut akan menjadi parameter dalam mengawasi kondisi mesin *decanter* khususnya pada unit *secondary motor* yang berfungsi untuk mengatur kecepatan *scroll decanter* yang berguna untuk menggerakkan padatan yang telah terpisah dari *slurry*. Sedangkan *main motor* berfungsi untuk memutar *bowl decanter* pada kecepatan putaran tinggi sampai dengan 4500 RPM yang berguna untuk memisahkan material padat dari *slurry* dengan gaya sentrifugal.

Metodologi Penelitian

Penelitian dan pengumpulan data dilakukan pada PT Indofood Fortuna Makmur Cikupa pada periode Januari *sampai* dengan Juli 2025. Tahapan ini meliputi :

1. Analisis kondisi awal : Vibrasi yang terjadi pada unit *decanter centrifuge* mempunyai frekuensi tinggi sehingga menyebabkan *downtime* mesin cukup besar. Selain itu, biaya yang diperlukan dalam pemeliharaan mesin per tahunnya besar.
2. Aktivitas perbaikan :
 - a. Memasang sensor vibrasi pada setiap *bearing* yang terdapat pada unit *decanter centrifuge*.
 - b. Pengawasan vibrasi secara *realtime*
3. Evaluasi Hasil : Membandingkan data vibrasi dengan *downtime* sebelum dan sesudah pemasangan sensor, Tren penurunan *downtime decanter centrifuge*
- 4.

Hasil dan Pembahasan

Pemasangan sensor vibrasi menggunakan *magnetic field* yang menempel dengan *body housing bearing* setiap komponen mesin berputar *decanter centrifuge*.

Item	Feb-24			Mar-24			Apr-24			May-24		
	V	A	DT	V	A	DT	V	A	DT	V	A	DT
Bearing Feed	7,03	7,2	12	9,67	8,39	20	10,21	9,78	20	7,7	11,89	34
Bearing Drive	6,4	6,85	40	6,4	7,04	45	7,42	8,61	40	8,21	9,26	52
Bearing Secondary	9,6	8,36	50	8,93	7,1	75	4,99	7,35	40	5,63	9,4	35
Bearing Main motor	3,76	6,72	0	4,42	7,01	0	3,92	6,41	0	5,35	8,3	0

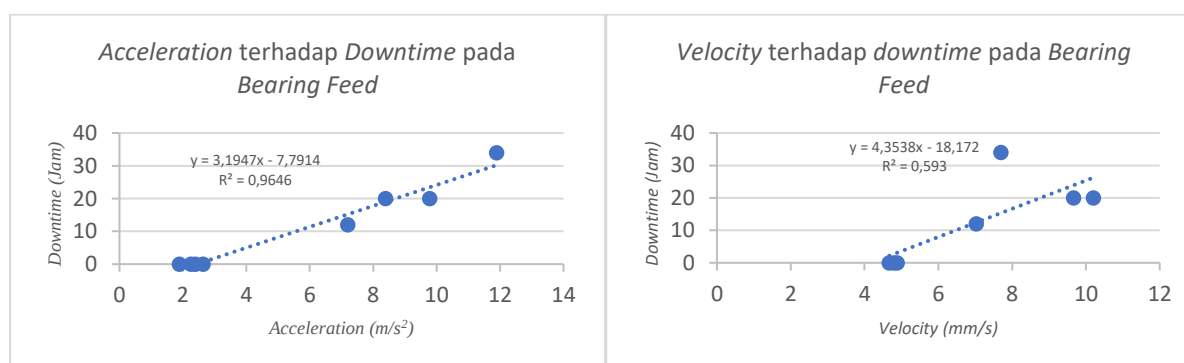
Feb-25			Mar-25			Apr-25			May-25		
V	A	DT	V	A	DT	V	A	DT	V	A	DT
4,8	2,64	0	4,67	2,39	0	4,89	2,25	0	4,7	1,89	0
4,5	2,14	9	3,4	2,04	23	3,07	1,61	23	2,98	1,36	25
8,26	7,46	18	6,93	6,1	27	5,99	5,35	30	4,04	3,4	30
3,46	4,22	0	3,42	5,46	0	2,93	3,61	0	3,35	4,3	0

Gambar 1 Data pengukuran sebelum dan sesudah pemasangan sensor vibrasi

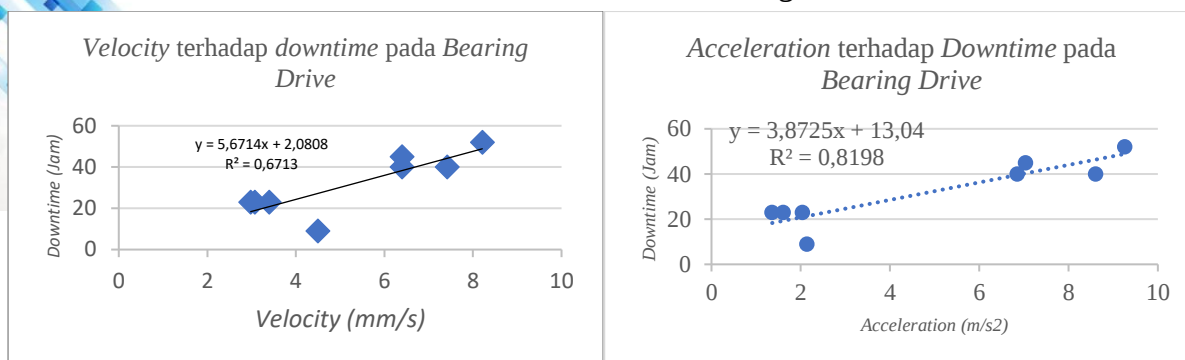
Keterangan :

- V = Velocity (mm/s)
- A = Acceleration (m/s²)
- DT = Downtime (jam)

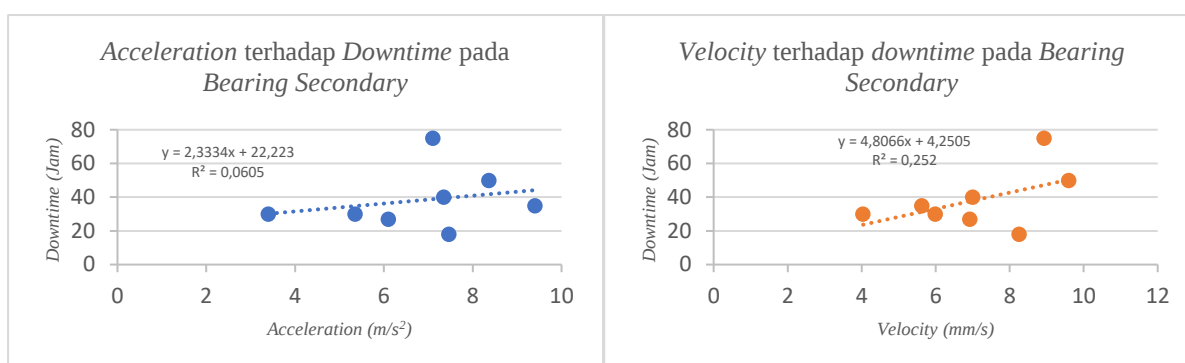
Data pengukuran sebelum pemasangan sensor vibrasi dilakukan pada Februari – Mei 2024 dan setelah pemasangan sensor vibrasi dilakukan pada Februari – Mei 2025.



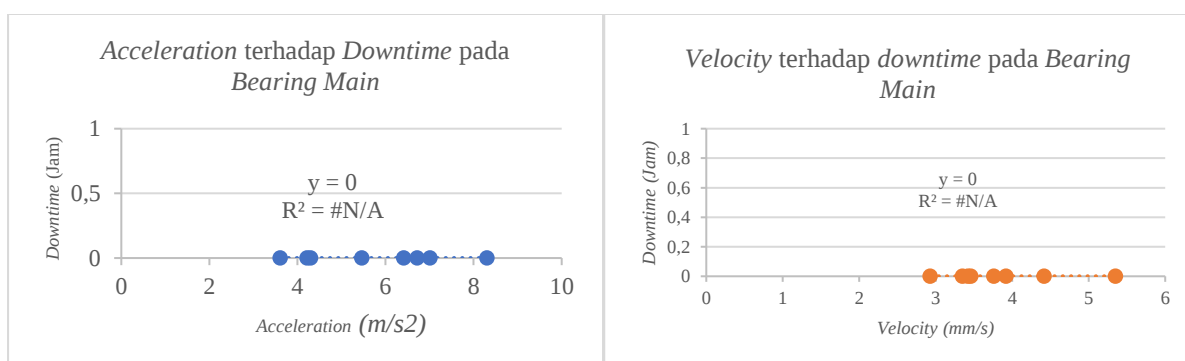
Gambar 2 Dampak Vibrasi terhadap Downtime pada Feed Decanter centrifuge



Gambar 3 Dampak Vibrasi terhadap Downtime pada Drive Decanter centrifuge



Gambar 4 Dampak Vibrasi terhadap Downtime pada Secondary Motor

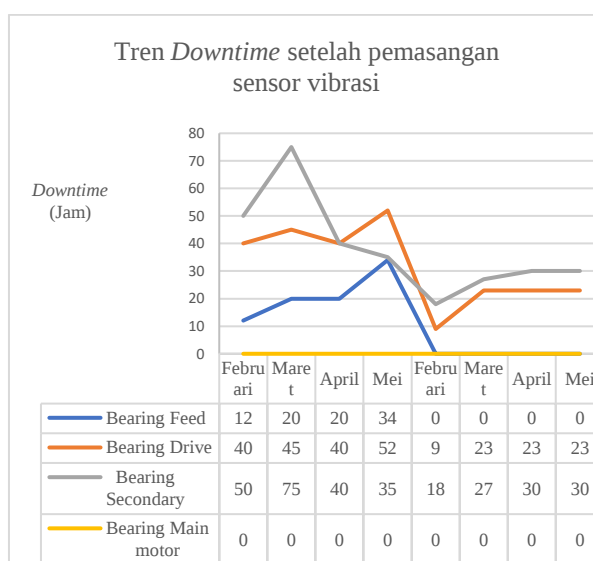


Gambar 5 Dampak Vibrasi terhadap Downtime pada Main Motor

Acceleration terhadap Downtime pada Bearing Feed	Velocity terhadap downtime pada Bearing Feed	Acceleration terhadap Downtime pada Bearing Drive	Velocity terhadap downtime pada Bearing Drive
$y = 3,1947x - 7,7914$	$y = 4,3538x - 18,172$	$y = 3,7852x + 13,715$	$y = 5,6714x + 2,0808$
$R^2 = 0,9646$	$R^2 = 0,593$	$R^2 = 0,8007$	$R^2 = 0,6713$
Acceleration terhadap Downtime pada Bearing Secondary	Velocity terhadap downtime pada Bearing Secondary	Acceleration terhadap Downtime pada Bearing Main	Velocity terhadap downtime pada Bearing Main
$y = 2,3334x + 22,223$	$y = 4,0167x + 10,827$	$y = 0$	$y = 0$
$R^2 = 0,0605$	$R^2 = 0,2036$	$R^2 = \#N/A$	$R^2 = \#N/A$

Gambar 6 Analisa Regresi Linier Vibrasi terhadap Downtime Mesin Decanter centrifuge

Dari gambar 6 tersebut nilai regresi yang diperoleh dapat memberikan gambaran terkait hubungan atau pengaruh dari vibrasi terhadap downtime pada komponen mesin *decanter centrifuge*. Nilai vibrasi yang berkaitan langsung dengan *downtime* komponen mesin *decanter centrifuge* adalah *acceleration*. Nilai *acceleration* yang tinggi dapat disebabkan oleh putaran mesin *decanter centrifuge* yang tidak stabil. Untuk vibrasi yang terjadi pada *secondary motor* dan *drive decanter centrifuge* seringkali diakibatkan oleh *differential speed* yang berubah drastis atau macet atau ngeblok sehingga padatan *slurry* yang telah terpisah tidak dapat keluar pada sisi *output decanter centrifuge* sehingga dalam kesempatan lain torsi *decanter centrifuge* yang dihasilkan cukup tinggi. Sedangkan vibrasi yang terjadi pada *feed decanter centrifuge* diakibatkan oleh tekanan dan aliran *debit* umpan *decanter centrifuge* yang melebihi kapasitas nominal mesin yaitu di 5 m³/jam.



Gambar 7 Tren downtime komponen mesin *decanter centrifuge*

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa penurunan secara signifikan pada *downtime* komponen mesin *decanter centrifuge* setelah pemasangan sensor vibrasi. Hal tersebut dapat terjadi karena dapat memprediksi kapan waktu yang tepat untuk pelaksanaan pemeliharaan sebelum kondisi mesin rusak lebih parah dan dapat menyebabkan *breakdown* mesin yang jauh lebih besar lagi (Ignatius Deradjad Pranowo, 2019).

Kesimpulan

Vibrasi *acceleration* mempunyai hubungan yang kuat dengan *downtime* komponen mesin *decanter centrifuge* dengan nilai regresi tertinggi Adalah 0,9646 pada *bearing feed decanter centrifuge* dan terendah pada *bearing secondary motor decanter centrifuge* sebesar 0,0605.

Penurunan signifikan pada *downtime decanter centrifuge* setelah pengawasan vibrasi dapat dilakukan secara *realtime* yang memberikan kesempatan bagi operator dan manajemen dalam mengambil keputusan dalam pemeliharaannya.

Referensi :

- Gea Westfalia Separator Group. (n.d.). *Instruction manual Designation: Decanter Model: proteinMaster CF 6000*.
- Ignatius Deradjad Pranowo. (2019). *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan*.
- Primis, H., & Budynas–Nisbett. (2008). *Shigley's Mechanical Engineering Design, Eighth Edition* (8th ed.). <http://www.primisonline.com>
- SKF Group. (n.d.). *Vibration Diagnostic Guide Contents*.