

## **Analisis Vibrasi Terhadap Massa Pakai Pompa Suntrifugal Unit 4 Fatty Acid Pada PT. Unilever Oleochemical Indonesia**

**Muhammad Anhar Pulungan\***,

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Medan, Indonesia;

[muhammadanhar@polmed.ac.id](mailto:muhammadanhar@polmed.ac.id)

**Siti Maretia Benu,**

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Medan, Indonesia; [sitimaretia@polmed.ac.id](mailto:sitimaretia@polmed.ac.id)

**Sihar Siahaan**

Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Medan, Medan, Indonesia;

[siharsiahaan@polmed.ac.id](mailto:siharsiahaan@polmed.ac.id)

\*Corresponding Author

Siti Maretia Benu; [sitimaretia@polmed.ac.id](mailto:sitimaretia@polmed.ac.id)

Info Artikel: Dikirim: 07-11-2022; Direvisi: 10-12-2022; Diterima: 05-01-2023

Cara citasi: Pulungan, Muhammad. Anhar., Benu, Siti., & Maretia, Sihar. Siahaan. (2023). Analisis Vibrasi Terhadap Massa Pakai Pompa Suntrifugal Unit 4 fatty Acid Pada PT. Unilever Oleochemical Indonesia. *JPIIn: Jurnal Pendidik Indonesia*, vol(05), 02-2022.

### **Abstrak.**

Pompa merupakan salah satu komponen penting di industri oleochemical. Peran pompa disini sebagai alat transfer produk dari satu unit ke unit yang lain. Dalam menjalankan fungsinya ada beberapa faktor yang mempengaruhi, salah satunya vibrasi. Vibrasi merupakan gerakan bolak balik dari mesin atau elemen mesin dari posisi setimbang (diam). Vibrasi juga merupakan salah satu parameter analisa dalam predictive maintenance khususnya digunakan untuk mendeteksi sumber dan gejala kerusakan. Kerusakan ini biasanya disebabkan karena beberapa hal diantaranya kerusakan yang disebabkan oleh kesalahan mekanik dan kerusakan yang disebabkan karena permasalahan bearing. Kerusakan mekanik contohnya misalignment, unbalance, dan juga looseness. Sedangkan untuk masalah bearing itu berupa BPFO, BPFI, BSF, dan FTF. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis penyebab kerusakan yang terjadi pada pompa sentrifugal agar bisa menghindari hal yang akan mengakibatkan terjadinya breakdown maintenance. Metode yang penulis gunakan dalam pengumpulan data vibrasi adalah observasi dan analisa data. Setelah melakukan analisa vibrasi terhadap pompa sentrifugal pada unit 4, diperoleh hasil temuan yang mengindikasikan kerusakan pada bearing yaitu BPFO. Sehingga dapat disimpulkan bahwa diperlukan perbaikan dengan penggantian bearing.

**Kata Kunci:** pompa, maintenance, vibrasi, Fatty Acid

### **Abstract.**

Pumps are one of the important components in the oleochemical industry. The role of the pump here is as a means of transferring product from one unit to another. In

carrying out its function there are several influencing factors, one of which is vibration. Vibration is the back and forth movement of a machine or machine element from an equilibrium position (at rest). Vibration is also one of the analytical parameters in predictive maintenance, especially used to detect the source and symptoms of damage. This damage is usually caused by several things including damage caused by mechanical errors and damage caused by bearing problems. Mechanical damage for example misalignment, unbalance, and also looseness. As for the bearing problem, it is in the form of BPFO, BPFI, BSF, and FTF. The purpose of this research is to analyze the causes of damage that occurs in centrifugal pumps in order to avoid things that will result in breakdown maintenance. The method that the author uses in collecting vibrational data is observation and data analysis. After carrying out a vibration analysis of the centrifugal pump on unit 4, findings were obtained which indicated damage to the bearing, namely BPFO. So it can be concluded that repair is needed by replacing the bearing..

### **Pendahuluan (12pt, bold)**

PT. Unilever Oleochemical Indonesia merupakan perusahaan yang sepenuhnya dimiliki oleh Unilever Netherlands dengan struktur kepemilikan sahamnya sebesar 99,9% adalah milik Mavibel BV. Alasan utama mengapa bisnis ini dibangun karena menyangkut kegiatan operasional dan penghematan fiscal, alasan lainnya adalah penerapan bisnis yang berkesinambungan dan ramah lingkungan untuk mencapai tujuan yang terdapat di dalam Unilever Sustainable Living Plan dimana Unilever dapat menelusuri sumber CPKO yang berkesinambungan dan ramah lingkungan untuk dipakai sebagai bahan baku produksinya.

Bahan baku yang digunakan dalam produksi perusahaan ini berbasis minyak kelapa sawit (CPO) dan minyak inti (CPKO). Produk yang dihasilkan dari pengolahan dua jenis produk tadi salah satunya adalah oleokimia dasar (fatty acid, glycerol). Produk produk inilah yang nantinya akan digunakan sebagai bahan baku bagi beberapa industri seperti farmasi, toiletries, dan kosmetik.

Dalam proses ini banyak peralatan penunjang yang berperan penting salah satunya penggunaan pompa sentrifugal yang berperan sebagai alat transfer produk. Sehingga apabila terjadi kerusakan pada pompa sentrifugal, maka akan berpengaruh terhadap proses produksi. Salah satu hal yang berpengaruh terhadap kinerja pompa sentrifugal adalah vibrasi. Inilah alasan mengapa penulis tertarik untuk menganalisa pengaruh vibrasi terhadap kinerja pompa sentrifugal.

Perumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana analisa vibrasi dapat mendeteksi kerusakan pada pompa sentrifugal.

2. Kerusakan apa saja yang dapat ditemukan dengan menggunakan analisa vibrasi.

Berdasarkan perumusan masalah diatas maka tujuan penulisan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apa saja hal-hal yang dapat mempengaruhi vibrasi pada pompa sentrifugal.
2. Untuk mengetahui akibat-akibat yang disebabkan oleh vibrasi.
3. Untuk mengetahui bagaimana cara mengatasi vibrasi pada pompa sentrifugal.

### **Klasifikasi Pompa**

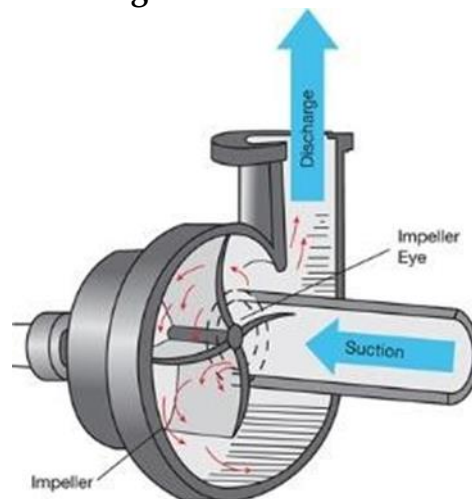
Terdapat dua klasifikasi pompa berdasarkan cara kerjanya, antara lain:

1. Pompa Perpindahan Positif (Positive Displacement Pump)
2. Pompa Dinamik (Dynamic Pump)

### **Pompa Sentrifugal**

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

### **Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal**



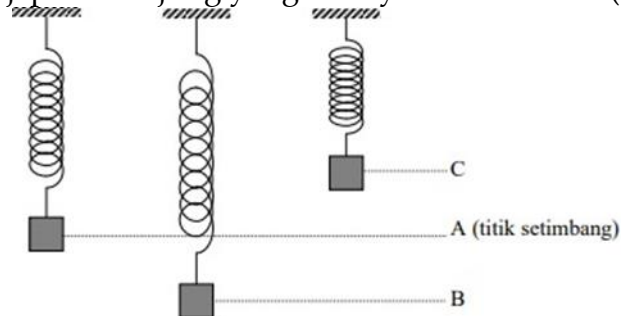
Gambar 1. Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Prinsip kerja pompa ini adalah fluida memasuki nozel pada sisi masuk menjutitik tengah impeller yang berputar. Ketika berputar, impeller akan memutar cairan yang ada dan mendorongnya keluar antara dua siripnya, serta menciptakan percepatan sentrifugal. Ketika cairan meninggalkan titik tengah impeller, menciptakan daerah bertekanan rendah sehingga cairan dibelakangnya mengalir ke arah sisi masuk. Karena sirip impeller berbentuk

kurva, cairan akan terdorong ke arah tangensial dan radial oleh gaya sentrifugal.

### Getaran (*Vibration*)

Getaran adalah osilasi periodik dari suatu sistem mekanis [2]. Contoh sederhana fenomena getaran dapat dilihat pada sebuah pegas yang salah satu ujungnya dijepit dan ujung yang lainnya diberi massa ( $m$ ).



Gambar 2. Getaran pada sistem pegas

Berkaitan dengan mesin, getaran (*vibration*) didefinisikan sebagai gerakan bolak balik dari mesin atau elemen mesin dari posisi setimbang (*diam*) [3]. Mula-mula sistem dalam keadaan setimbang (*titik A*). Jika massa diberi gaya maka massa akan turun sampai batas tertentu (*titik B*) perpindahan maksimum posisi massa bergantung pada besarnya gaya yang diberikan, massa dan kekuatan tarik pegas melawan gaya tersebut. Jika gaya yang diberikan tidak dikenakan lagi pada massa, maka massa akan ditarik ke atas oleh pegas karena tenaga potensial yang tersimpan dalam pegas (*titik C*) massa akan kembali ke posisi kesetimbangan, selanjutnya bergerak ke atas sampai batas tertentu. Perpindahan maksimum ke atas dipengaruhi oleh kekuatan tarik pegas dan masa benda. Proses tersebut akan berulang sampai tidak ada pengaruh gaya luar pada sistem. Pergerakan massa naik turun ini disebut osilasi mekanis.

### Metode

Metode penelitian menjelaskan desain penelitian, rancangan kegiatan, ruang lingkup atau objek penelitian (*populasi dan sampel*), tempat penelitian, teknik pengumpulan data, analisis, perancangan, dan uji coba (*jika ada*).

### Tempat dan Waktu

Tempat : PT. Unilever Oleochemical Indonesia

Waktu : 20 Maret 2022 s/d 7 Juli 2022

### Perusahaan



Gambar 3. PT Unilever Oleochemical Indonesia

PT Unilever Oleochemical Indonesia berdiri pada tanggal 3 Januari 2012 dan sepenuhnya dimiliki oleh Unilever Netherland dengan struktur kepemilikan sahamnya sebesar 99,9% adalah milik Mavibel BV dan 0,1% adalah milik marga BV. UOI merupakan salah satu pabrik oleochemical terbesar di dunia dan telah dibangun di atas lahan seluas 18 hektar. Pabrik ini berlokasi di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Sei Mangkei, Blok M, N, R, S Huta VI Kecamatan Bosar Maligas, Simalungun, Sumatera Utara, Indonesia. Pabrik ini dirancang untuk mengolah CPKO (Crude Palm Kernel Oil) dan 95% dari produk tersebut akan digunakan oleh pabrik – pabrik Unilever di seluruh dunia. CPKO yang digunakan untuk bahan dasar produksi di peroleh dari PTPN. Hasil produksinya berupa Dove Noodle, Soap Noodle, C12 – C14 Fraction, DCNFA/TCNFA, Glycerine dan lainnya.

#### **Metode Pengumpulan Data**

##### **Observasi**

Metode ini ditujukan untuk melakukan pengamatan secara langsung maupun tidak langsung terhadap objek yang akan diteliti untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian.

##### **Wawancara**

Melakukan komunikasi secara langsung yang berupa tanya jawab terhadap pembimbing dan beberapa orang yang dianggap berkompeten berdasarkan objek atau pokok masalah yang diamati.

##### **Dokumentasi**

Pencarian informasi melalui buku – buku atau media lain yang memiliki hubungan dengan analisa tugas akhir ini.

##### **Alat yang digunakan**

###### **1. Pompa Sentrifugal**

Spesifikasi pompa 4-P-2 secara lengkap terdapat pada table berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Pompa

Name	Item	Unit	Specification
Reboiler Recirculation Pump	Type: Pump	-	MCPK 200-200-250 CCNP
	Rotary Speed	rpm	1470
	Flow	m3/h	400
	Pressure	m	10

### Alat Ukur Vibrasi

Alat ukur yang digunakan untuk pengambilan data pada Reboiler Recirculation Pump ini adalah Leonova type Emerald.



Gambar 4. Alat ukur vibrasi

### Software dan komputer/PC

Software yang digunakan untuk pengolahan data di Reboiler Recirculation Pump adalah software Condmaster Ruby

### Alat pelindung diri (APD)

APD yang digunakan untuk perlindungan diri meliputi helm, safety shoes, dan sarung tangan.

### Standar Pengukuran Vibrasi

Standar pengukuran bertujuan untuk mengetahui batasan-batasan level getaran yang menunjukkan kondisi suatu pengukuran, apakah masih layak beroperasi atau harus memerlukan perbaikan. Macam-macam standar pengukuran seperti ISO 2372, ISO 10186, American Petroleum Institute (API), American Gear Manufactures Association (AGMA), dan lain-lain. Pada analisa data penelitian ini mengacu pada standar ISO 10816 – ISO Guideline for Machinery Vibration Severity. Penggunaan Standar vibrasi ISO 10816 didasari pada daya mesin, jenis motor, dan pondasi. Berikut penjelasan tentang pembagian kelompok tipe mesin pada Standar ISO 10816:

## 1. Grup 1

Mesin ukuran besar dengan daya mesin diantara 300 kW hingga 50 MW dan dengan pondasi kaku atau fleksibel.

## 2. Grup 2

Mesin ukuran medium dengan daya mesin diantara 15 kW hingga 300 kW dan dengan pondasi kaku atau fleksibel.

## 3. Grup 3 dan 4

Pompa dengan daya mesin di bawah 15 kW arah radial, aksial, dan mixed flow. Sedangkan yang membedakan antara grup 3 dan 4 adalah jenis motor. Untuk grup 3 menggunakan jenis motor external driver, sedangkan grup 4 menggunakan motor jenis integrated driver.

		Group 4				Group 3				Group 2				Group 1				Foundation			
		rigid		flexible		rigid		flexible		rigid		flexible		rigid		flexible					
Velocity																		mm/s rms		inch/s rms	
11																		0.44			
7.1																		0.28			
4.5																		0.18			
3.5																		0.11			
2.8																		0.07			
2.3																		0.04			
1.4																		0.03			
0.71																		0.02			
		pumps > 15 kW radial, axial, mixed flow				medium sized machines 15 kW < P ≤ 300 kW				large machines 300 kW < P < 50 MW								Machine Type			
		integrated driver				external driver				motors 160 mm ≤ H < 315 mm				motors 315 mm ≤ H							
		Group 4				Group 3				Group 2				Group 1				Group			
																		A newly commissioned			
																		B unrestricted long-term operation			
																		C restricted long-term operation			
																		D vibration causes damage			

Gambar 5. Standar ISO 10816

Berdasarkan spesifikasi pompa dan motor pada objek pengukuran Reboiler Recirculation Pump yaitu daya 22 kW dengan pondasi kaku, maka standar yang digunakan berada pada grup 2 rigid ISO 10816-3. Setelah diketahui grup mana yang menjadi standar pengukuran, maka yang perlu dilakukan selanjutnya adalah melihat kondisi kriteria objek pengukuran Reboiler Recirculation Pump berdasarkan standar ISO 10816-3. Berikut penjelasan kriteria warna pada Standar ISO 10816-3:

1. Warna Hijau (A): merupakan kriteria mesin dalam kondisi aman atau kondisi mesin baru.
2. Warna Kuning (B): merupakan kriteria mesin dalam kondisi alarm yang diizinkan beroperasi dalam jangka waktu yang relatif lama.
3. Warna Jingga (C): merupakan kriteria mesin dalam kondisi alarm yang diizinkan beroperasi untuk waktu yang terbatas.
4. Warna Merah (D): merupakan kriteria mesin dalam kondisi danger yang dimana vibrasi mesin dapat menyebabkan kerusakan.

### Prosedur Pengambilan Data Vibrasi

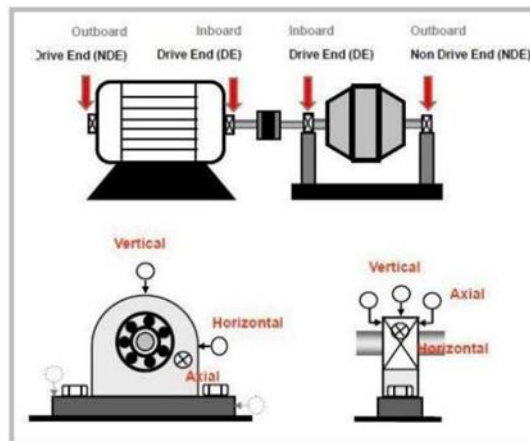
Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam mengukur vibrasi dalam pelaksanaannya:

1. Menyiapkan alat ukur analisa vibrasi
2. Menggunakan APD (alat pelindung diri) sesuai standar

3. Membersihkan titik pengukuran vibrasi
4. Menempelkan magnet sensor alat analisa vibrasi ke titik yang telah dibersihkan sebelumnya.
5. Menentukan pengukuran sesuai prosedur yang meliputi vibrasi arah vertikal, horizontal, dan aksial.
6. Mengambil pengukuran waveform, Spectrum, dan sudut fasa vibrasi jika diperlukan.
7. Nilai hasil analisa pengukuran disimpan di memori alat analisa vibrasi.
8. Upload data ke software dan dianalisis.

### Skema Pengukuran

Posisi pengukuran vibrasi dilakukan pada 4 titik atau 4 posisi bearing, yaitu pada titik NDE (Non Drive End) motor, DE (Drive End) motor, NDE (Non drive End) pompa, dan DE (Drive End) pompa. Masing-masing dengan arah vertical, horizontal, dan axial.



Gambar 6. Skema Pengukuran Vibrasi

Pengukuran dilakukan secara langsung dengan menempelkan transduser pada titik-titik pengukuran objek penelitian.

### Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran yang penulis dapatkan untuk bahan analisa vibrasi adalah sebagai berikut:





Gambar 7. Spectrum NDE Reboiler Recirculation Motor Pada Spectrum SPM HD Env F3 terdapat dominan frekuensi pada 4,09 order, 4,09 order adalah frekuensi dari Outer Bearing. Nilainya 192,27 HDeuE yang mengindikasikan terjadinya kerusakan pada outer bearing sehingga di dilakukan perbaikan, indikator lain yang menunjukkan bahwa bearing mengalami kerusakan adalah temuan noise saat motor running.



Gambar 8. Kondisi Aktual Outer Bearing

Setelah dilakukan pengecekan dengan menggunakan analisa vibrasi maka dilakukan pula pengecekan secara actual. Hasil yang didapat yaitu temuan bahwa bagian outer bearing terdapat jalur pada lintasan outer race lintasan ball bearing.



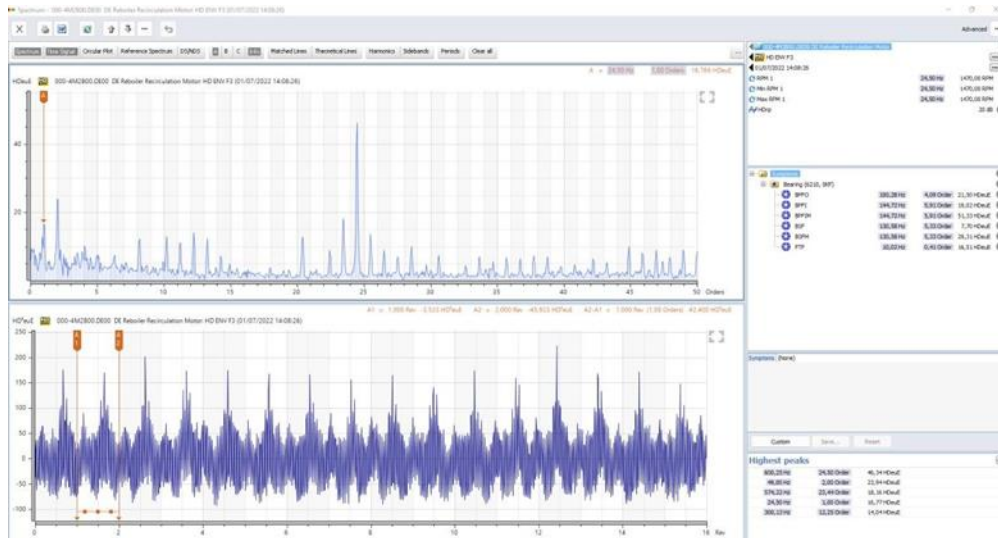
Gambar 9. Waterfall NDE Reboiler Recirculation Motor

Pada Waterfall NDE Reboiler Recirculation Motor diatas, ditunjukkan bahwa kemungkinan kerusakan sudah terdeteksi dari tanggal 5 Maret 2022, motor masih aman dijalankan dengan catatan dilakukan pengecekan secara berkala dan dijadwalkan perbaikan. Perbaikan dengan mengganti bearing dilakukan dalam rentang waktu kurang lebih 2 bulan yang dilakukan pada tanggal tanggal 1 Juli 2022. Pada pengukuran setelah perbaikan terlihat bahwa Spectrum DE Reboiler Recirculation Motor menunjukkan angka 24,55 HDeuE yang mengindikasikan bahwa bearing telah bekerja dengan normal Kembali.



Gambar 10. Spectrum DE Reboiler Recirculation Motor Before Repair

Pada Spectrum SPM HD Env F3 terdapat dominan frekuensi pada 1,00 order dengan nilai 75,62 HdeuE yang memiliki perbedaan yang cukup signifikan dengan yang lain. Hal ini mengindikasikan adanya masalah yang terjadi pada outer bearing.



Gambar 11. Spectrum DE Reboiler Recirculation Motor After Repair

### Simpulan (12 pt, bolt)

Dari hasil analisa data vibrasi pada Reboiler Recirculation Pump di PT Unilever Oleochemical Indonesia dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Vibrasi dapat dipengaruhi oleh lama penggunaan (lifetime).
2. Terdapat indikasi kerusakan BPFO pada bearing motor Reboiler Recirculation Pump pada 4,09 order dengan angka 192,27 HDeuE.
3. Sebelum dilakukan penggantian bantalan (bearing) terlebih dulu dilakukan pengecekan secara berkala untuk melihat perubahan Spectrum yang terjadi. Karena pada dasarnya vibrasi tidak mungkin selalu stabil dalam setiap kondisi.
4. Setelah dilakukan penggantian bearing terjadi penurunan angka vibrasi yang menandakan motor telah bekerja dengan normal kembali.

### Ucapan Terima Kasih (12 pt, bolt)

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

1. Abdul Rahman, S.E., Ak., M.Sc., sebagai Direktur Politeknik Negeri Medan.
2. Dr. Abdi Hanra Sebayang, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan.

**Daftar Pustaka (12 pt, bolt)**

- Busono, P., Syafrul, & Catur, A. S. (2014). Analisis Vibrasi Pada Pompa Pendingin Primer JE01 AP003. *Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir*. Vol. XI, No. 1, April 2014: 72- 79, 72-79.
- Wahyudi, A. (2021). Analisis Sinyal Vobradi Untuk Mendeteksi Kerusakan Pada Condensate Pump di PLTU Air Anyir Bangka
- Hutahaean, R. Y. (2011). *Getaran Mekanik*. Tembagapura: ANDY Yogyakarta.
- Iswahyudi, Y., & Tamjidillah, M. (2020). Analisis Pengaruh Vibrasi Terhadap Performa Boiler Feed Water Pump (BFP) 3B PLTU Asam Asam. *Volume 2 No 2 2020*, 235-244.
- Nugroho, E., Sunaryanto, A., Helmizar, Nuramal, A., & Suandi, A. (2019). Analisa Performance Pompa Sentrifugal Item 6P-4021-J Yang Dipengaruhi Kondisi Strainer Terhadap Efisiensi Kerja Yang Dihasilkan. *Rekayasa mekanik Vol. 3 No. 2*, 25-29.
- Rahman, A. F. (2017). Identifikasi Keausan Bantalan Tirus (Tapered Bearing) Berbasis Analisis Vibrasi Dengan Metode Support Vector Machine.