

ANALISIS PREDICTIVE MAINTENANCE PADA MOTOR HIGH PRESSURE OIL PUMP (HP OIL PUMP) DENGAN MONITORING VIBRASI DI PLTU BARRU

Wisna Saputri Alfira WS¹

¹ Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Ujung Pandang
alfirasaputri@poliupg.ac.id

ABSTRAK

Operation and Maintenance Service Unit (OMU) Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru merupakan salah satu penyedia jasa kelistrikan sebagai pembangkit. PLTU Barru sebagai pembangkit, memiliki komponen peralatan utama dan komponen pendukung, salah satunya adalah motor high pressure oil pump (HP oil pump). Hp oil pump harus beroperasi dalam kondisi baik sehingga dapat beroperasi secara optimal dan tidak menghambat proses penyaluran listrik ke konsumen. Oleh karena itu, perlu dilakukan pencegahan dalam bentuk perawatann dengan melakukan predictive maintenance agar tidak terjadi kerusakan atau downtime yang tidak terencana melalui pemantauan vibrasi. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya vibrasi pada motor dan menentukan kelayakan motor berdasarkan analisa vibrasi yang dihasilkan menggunakan spektrum. Adapun metode yang digunakan yaitu Vibrasi Overall atau vibrasi velocity dan spektrum vibrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa vibrasi yang ditimbulkan berasal dari structural losseness sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan atau kondisi tidak normal pada motor hp oil pump dan tidak layak untuk dioperasikan, dimana nilai vibrasi sisi NDE dan DE melebihi batas standar ISO 18016-3 diatas 5 mm/s.

Kata Kunci: Motor HP Oil Pump, Vibrasi, Predictive Maintenance, Spektrum

PREDICTIVE MAINTENANCE ANALYSIS OF MOTOR HIGH PRESSURE OIL PUMP (HP OIL PUMP) USING VIBRATION MONITORING AT PLTU BARRU

ABSTRACT

Operation and Maintenance Service Unit (OMU) Central Power of Steam Plant (PLTU) in Barru is a provider of electricity services as a generator. PLTU Barru as a generator certainly has main equipment components and supporting components, one of which is the high-pressure oil pump motor (HP oil pump). The hp oil pump must operate in good condition so that it can operate optimally and does not hinder the process of distributing electricity to consumers. Therefore, it is necessary to carry out prevention in the form of virginity by carrying out predictive maintenance so that damage or unplanned downtime does not occur through vibration monitoring. The purpose of this research is to identify the causes of vibration on the motor and determine the feasibility of the motor based on the vibration analysis generated using the spectrum. The method used is Overall Vibration or vibration velocity and vibration spectrum. The results showed that the vibrations generated came from structural lossness resulting in damage or abnormal conditions on the hp oil pump motor and it was not feasible to operate, where the vibration values of the NDE and DE sides exceeded the ISO 18016-3 standard limits above 5 mm/s.

Keyword: High Pressure Oil Pump Motor, Vibration, Predictive Maintenance, Spectrum

PENDAHULUAN

Di Indonesia perusahaan listrik negara atau lebih dikenal dengan PT.PLN (persero) merupakan perusahaan perseroan dan sebagai pemegang kuasa usaha ketenagalistrikan (PKUK) dengan tugas menyediakan tenaga listrik bagi kepentingan umum. PT. PLN memiliki *subholding* dan anak perusahaan yang mendukung kinerja dan pelayanan perusahaan dalam berbagai bidang. Salah satu *subholding* dan anak perusahaan PT.PLN adalah PT. PLN Indonesia Power (PT. Indonesia Power) yang memegang peranan strategis dalam sektor ketenagalistrikan dengan kegiatan utama adalah penyediaan solusi energi yang meliputi penyediaan tenaga listrik melalui pembangkit tenaga listrik yang terbesar di Indonesia serta pengembang bisnis *Beyond kWh* [1].

Salah satu unit pembangkit yang di kelola PT. PLN Indonesia Power adalah Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru *Operation and Maintenance Service Unit* (OMU) yang berlokasi di Desa Lampoko, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan dengan kapasitas terpasang 2 x 50 MW, yang masing – masing unit terdiri dari Boiler (*Circulation Fluidized bed*) CFB, *Steam Turbine*, Generator dan Kondensator [2]. Setiap unit peralatan utama terdapat komponen-komponen pendukung yang harus dijaga agar peralatan tersebut dapat beroperasi dengan optimal. Komponen tersebut adalah motor *high pressure oil pump* (HP *oil pump*).

Hp *oil pump* harus beroperasi dalam kondisi baik untuk penyedotan oli dari *main oil tank* (MOT) untuk didorong /dipompakan ke *jacking oil pump* (JOP) sebagai *supply* oli ke poros turbin sehingga berfungsi dalam proses *rolling* hingga mencapai putaran 2850 rpm (stop). Untuk menjaga kondisi tersebut, diperlukan perawatan dan pemeliharaan sehingga motor hp *oil pump* tidak mengalami kerusakan yang dapat menyebabkan sistem pelumas pada turbin ikut terganggu dan proses produksi terhambat serta menimbulkan kerugian ekonomis. Dalam proses pengoperasian, masalah yang menimbulkan kerusakan diantaranya oleh getaran atau *vibrasi*.

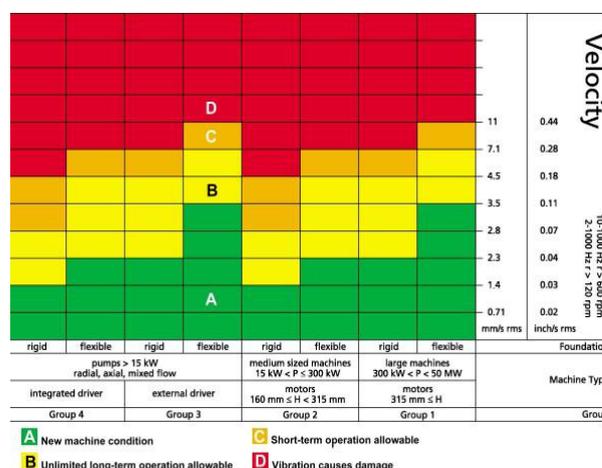
Getaran atau *vibrasi* adalah getaran paksa atau Gerakan osilasi (bolak balik) yang terjadi karena rangsangan gaya luar dan berulang dari bagian suatu mesin yang elastis dari posisi kesetimbangan statis (posisi diam) pada interval tertentu jika kesetimbangan tersebut terganggu oleh adanya gaya gerakan badan mesin [3]. Getaran yang ditimbulkan oleh peralatan akan memberikan petunjuk tentang kondisi peralatan tersebut. Getaran atau *vibrasi* dapat mengakibatkan

kerusakan pada poros dan bantalan, timbulnya *noise*, penurunan kapasitas dan ketersediaan, meningkatnya pemakaian daya yang dibutuhkan hingga penurunan efisiensi. Getaran yang timbul secara berlebihan tentu memiliki dampak yang sangat buruk terhadap motor hp *oil pump* [4]- [6].

Secara umum penyebab terjadinya anomali getaran pada sebuah peralatan yang berputar adalah *unbalance* atau *imbalance* terjadinya pergeseran titik pusat massa dari titik pusat putarannya, ketidaksejajaran, variasi beban (beban besar) yang mengakibatkan *overload*, *clearance* penampilan vibrasi yang khusus Ketika dilakukan Analisa *spectrum* akan muncul pada 1 x rpmserta harmonic yang tinggi, resonansi, *mechanical looseness*, masalah pada kelistrikan dan gesekan (*rubbing*) [3], [7].

Oleh karena itu, PLTU Barru sebagai penyediaan tenaga listrik maka perlu dilakukan pencegahan agar tidak terjadi kerusakan atau *downtime* yang tidak terencana dengan melakukan *maintenance* pada motor *high pressure oil pump* milik PLTU Barru agar ketersediaan listrik terjamin.dan system menjadi optimal. Adapun pencegahan yang dilakukan yaitu dengan bentuk perawatan, dimana dilakukan *predictive maintenance* pada motor dengan pemantauan getaran atau *vibration monitoring*. Dimana merupakan perawatanyang bersifat pengamatan terhadap objek dengan melakukan pengukuran – pengukuran tertentu [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya *vibrasi* pada motor dan menentukan kelayakan motor berdasarkan analisa *vibrasi* yang dihasilkan menggunakan *spektrum*.



Gambar 1. *Vibration Standard for Velocity ISO 10816-3*^[9]

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *metode monitoring condition* dengan pengumpulan melalui observasi pengukuran suhu, *vibrasi overall* dan spektrum *vibrasi*. *Vibrasi Overall* atau *vibrasi velocity*, dengan satuan mm/s, digunakan untuk mengetahui kondisi umum kelayakan mesin yang beroperasi berdasarkan nilai efektif kecepatan getaran (2 mm/s) kebawah, menandakan vibrasi pada motor tergolong baik dan (3-4 mm/s) menandakan kondisi vibrasi dari mesin dalam batas toleransi hanya dapat dioperasikan dengan waktu terbatas serta (5 mm/s) keatas menandakan vibrasi pada mesin dalam batas berbahaya sehingga menimbulkan kerusakan pada mesin yang diatur dalam standar ISO 10816-3 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sedangkan spektrum vibrasi dalam satuan *amplitude* mm/s (inch/s) dan frekuensi cpm (*cycle per minute*) atau Hz pada rentang frekuensi 10Hz – 200Hz (600 sampai 1200 RPM), digunakan untuk mendiagnosis (analisa) sumber penyebab domain vibrasi dari suatu mesin [9].

Keterangan:

- Zona Hijau A : *Vibrasi* dari mesin sangat baik dan dibawah *vibrasi* yang diizinkan
 Zona Hijau B : *Vibrasi* dari mesin baik dan dapat dioperasikan karena dalam batas yang diizinkan.
 Zona Hijau C : *Vibrasi* dari mesin dalam batas toleransi dan hanya dioperasikan dalam waktu tertentu
 Zona Hijau D : *Vibrasi* dari mesin dalam batas berbahaya dan kerusakan dapat terjadi.

A. Metode Pengukuran

Proses pengukuran secara umum untuk pengukuran vibrasi dilakukan dengan 2 tahap yaitu *vibrasi overall* dan spektrum vibrasi, tetapi pengukuran temperature perlu dilakukan.

1. *Vibrasi overall*, atau *vibrasi velocity*, dengan satuan mm/s atau inch/s RMS (root-mean-square), digunakan untuk mengetahui kondisi umum kelayakan mesin yang beroperasi. Berdasarkan standar yang digunakan, yaitu ISO 10816-3, yang dimana nilai ketentuan getarannya (2 mm/s) kebawah, menandakan vibrasi pada motor tergolong baik, dan (3 - 4 mm/s), menandakan kondisi vibrasi dari mesin dalam batas toleransi dan hanya dioperasikan dengan waktu yang terbatas, kita nilai *vibrasinya* (5 mm/s) keatas, menandakan vibrasi pada mesin dalam batas berbahaya dan kerusakan dapat terjadi pada mesin.
2. Spektrum vibrasi dengan satuan *amplitude* mm/s (atau inch/s) dan frekuensi cpm (*cycle per minute*) atau Hz, digunakan untuk

mendiagnosis (analisa) sumber penyebab dominan vibrasi dari suatu mesin (misalnya *vibrasinya* cenderung tinggi karena *misalignment*). Pengukuran spektrum vibrasi ini biasanya dilakukan jika nilai *vibrasi overall* sudah relatif tinggi. Hasil pengukuran berupa grafik dengan sumbu Y menunjukkan *amplitude* (nilai) vibrasi, dan sumbu X menunjukkan frekuensi *vibrasinya*. Dari frekuensi (dan *amplitude*) itulah dapat dikenali tipikal kegagalan suatu mesin, misalnya: *unbalance, misalignment, shaft bending, electric motor, rotating loosnes, mechanical looseness, rolling element bearing*, dan kerusakan lainnya.

3. Pengukuran Suhu digunakan untuk meminimalisir timbulnya *high temperature*, ini terjadi diakibatkan karena sistem pelumasan tidak maksimal hal ini dapat dikenali dari tipikal kegagalan suatu *bearing*, misalnya. Kerusakan Lintasan Luar (*Ball Pass Frequency Outer*), Kerusakan Lintasan Dalam (*Ball Pass Frequency Inner*), Kerusakan Elemen Bergulir (*Ball Spin Frequency*), Kerusakan Sangkar (*Fundamental Train Frequency*).

B. Hasil Pengumpulan Data

Tahapan ini, telah dilakukan pengumpulan data dengan melakukan pengukuran vibrasi di tiga titik yaitu *horizontal, vertical* (arah yang tegak lurus dengan poros peralatan dan berjarak 90°) dan *axial* (arah yang sejajar dengan poros peralatan). Berikut lokasi titik pengukuran yang telah ditentukan dapat dilihat pada Gambar 2. Adapun data yang telah dikumpulkan sebagai bentuk tindakan *condition monitoring* ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Data tersebut didapat dengan melakukan pengukuran berdasarkan titik pengukuran vibrasi yang ditunjukkan pada gambar 2 dengan 3 posisi arah pengukuran yaitu *horizontal, vertical* dan *axial*. Kemudian data pengukuran divalidasi berdasarkan ISO 10816-3.

TABEL 1. DATA HASI SPEKTRUM VIBRASI MOTOR HP OIL PUMP PADA BERBAGAI POSISI PENGUKURAN

V1	Sisi NDE			Sisi DE	
	H1	A1	V1	H2	A2
5.46	4.94	3.89	4.39	3.28	3.63
1.46	2.08	2.48	1.34	3.99	2.23
6.34	3.12	6.11	3.46	3.05	4.38
4.61	2.25	5.95	1.20	3.04	3.63
4.34	5.31	7.25	4.75	4.75	6.75
7.94	11.74	6.93	3.73	3.73	1.73
1.38	16.97	5.13	6.20	14.79	6.28
1.21	1.36	2.76	2.32	2.25	1.52

Sisi NDE			Sisi DE		
V1	H1	A1	V1	H2	A2
6.98	4.14	5.23	4.28	1.87	1.12
4.65	4.30	5.85	3.11	1.23	1.14
4.45	3.98	5.69	3.19	1.23	1.14

TABEL 2. DATA HASI SPEKTRUM VIBRASI FAN/PUMP PADA BERBAGAI POSISI PENGUKURAN

Sisi NDE			Sisi DE		
V3	H3	A3	V4	H4	A4
2.96	4.39	3.55	3.44	3.83	3.50
2.58	2.81	2.60	1.55	2.06	3.10
5.04	4.10	3.63	4.82	3.00	5.30
4.62	4.25	3.73	4.69	2.44	5.35
4.79	3.03	6.13	5.92	4.01	6.70
3.96	2.95	7.22	8.56	6.44	8.85
5.02	4.09	3.55	7.29	4.58	5.30
2.02	1.06	1.57	2.40	2.99	2.60
3.30	4.22	2.23	2.28	3.21	3.11
2.33	3.40	3.21	4.19	2.10	2.51
3.33	3.40	3.21	3.99	4.10	4.51

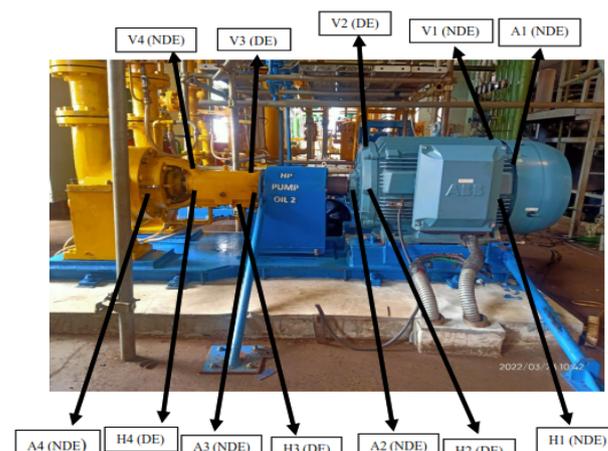
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran vibrasi pada motor *Hp Oil Pump* didua sisi dan tiga titik yaitu sisi pertama NDE dan sisi kedua DE motor, arah, *vertical*, *horizontal* dan *axial*. Berikut merupakan hasil spektrum pengukuran vibrasi motor *Hp Oil Pump* sisi NDE dan sisi DE.

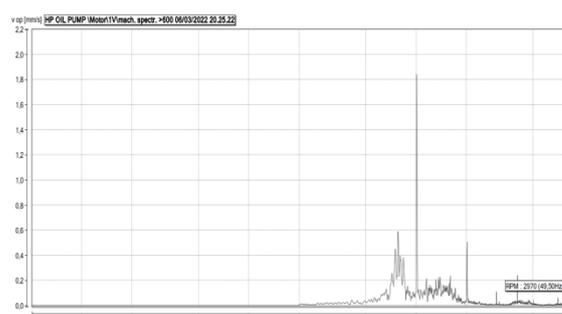
Grafik pada Gambar 3. terlihat karakteristik spektrum *misalignment* $1X = 1,38\text{mm/s}$, $2X = 0,51\text{mm/s}$, $3X = 0,24\text{mm/s}$ dan $\text{RPM} = 2970$ (49,50Hz) dengan dominan $1X = 1,38 \text{ mm/s}$ sehingga bisa dikategorikan sebagai masalah *unbalance* dan masalah pada *structural lossnes*.

Untuk sisi NDE arah horizontal dapat dilihat pada Gambar 4 dimana, pengukuran spektrum dengan karakteristik spektrum *structural lossnes* $1X = 16,97 \text{ mm/s}$ dan masuk dalam kategori *unbalance*.

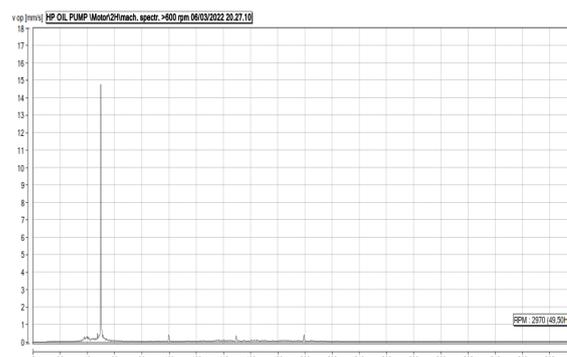
Dari arah *axial* karakteristik spektrum yang dihasilkan adalah *misalignment* $X1 = 5,13\text{mm/s}$, $2X = 1,94 \text{ mm/s}$, $3X = 0,49 \text{ mm/s}$ dengan dominan $X1$ sehingga dikategorikan sebagai masalah *unbalance* dan masalah *structural lossnes* yang ditampilkan pada Gambar 5.



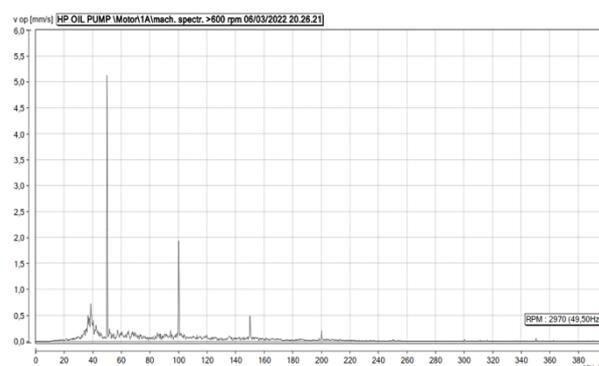
Gambar 2. Titik pengukuran vibrasi pada Motor *HP Oil Pump*



Gambar 3. Spektrum vibrasi Motor *HP Oil Pump* sisi NDE arah vertical.

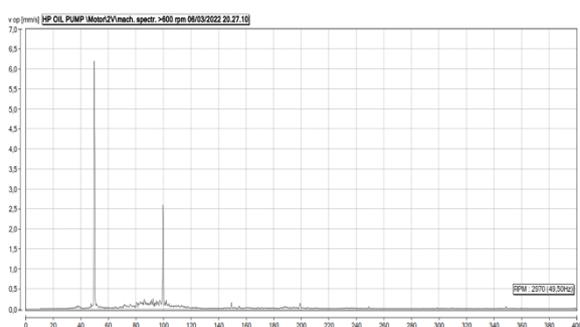


Gambar 4. Spektrum vibrasi Motor *HP Oil Pump* sisi NDE arah horizontal

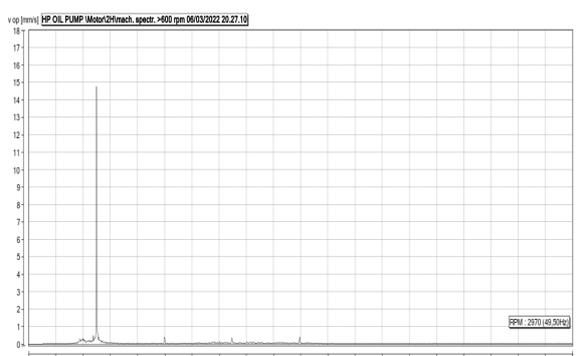


Gambar 5. Spektrum vibrasi Motor *HP Oil Pump* sisi NDE arah axial

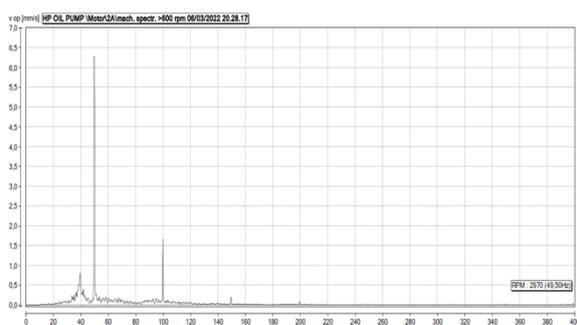
Sisi kedua yaitu DE dari arah vertikal dengan hasil karakteristik spektrum pengukuran vibrasi adalah *bent shaft* 1X = 6,20 mm/s, 2X = 2,61 mm/s, tetapi lebih dominan 1X dikategorikan ke masalah *unbalance* dan masalah pada *structural lossnes*. Arah Horizontal hasil karakteristik spektrumnya adalah *structural lossnes* 1X = 14,79 mm/s dengan kategori masalah *unbalance*. Sedangkan untuk arah *axial* disisi DE, *bent shaft* 1X = 6,28 mm/s, 2X = 1,66 mm/s, dengan lebih dominan 1X sehingga bisa dikategorikan ke masalah *unbalance* dan masalah pada *structural lossnes*. Hasil tersebut masing – masing ditampilkan pada Gambar 6 sampai dengan Gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 6. Spektrum vibrasi Motor HP Oil Pump sisi DE arah vertical



Gambar 7. Spektrum vibrasi Motor HP Oil Pump sisi DE arah horizontal



Gambar 8. Spektrum vibrasi Motor HP Oil Pump sisi DE arah axial

Berdasarkan hasil pengukuran spektrum vibrasi yang telah diuraikan diatas terdapat 4 tipikal kegagalan pada motor Hp Oil Pump yaitu

misalignment kondisi pondasi yang tidak rata, *unbalance* posisi pondasi di titik NDE dan DE tidak seimbang, *bent shaft* kondisi motor tidak seimbang, kondisi kopling motor dan pompa tidak sejajar sehingga menimbulkan *shaft* diposisi *up* pada motor, dan *structural lossnes* campuran semen kurang kuat mengakibatkan pondasi besi pada motor tidak cukup kuat untuk mencengkram sehingga menimbulkan vibrasi pada motor.

SIMPULAN

Monitoring Vibrasi yang dilakukan pada motor *High Pressure Oil Pump* (Hp Oil Pump) mengalami beberapa kegagalan atau masalah yang diakibatkan oleh *structural lossnes* yang menjadi penyebab utama timbulnya vibrasi tinggi pada motor dan berkaitan dengan batas nilai vibrasi yang diijinkan, untuk nilai vibrasi motor Hp Oil Pump sisi NDE *vertical* 1,38 mm/s, *horizontal* 16,97 mm/s, *axial* 5,13 mm/s, dan sisi DE *vertical* 6,20 mm/s, *horizontal* 14,79 mm/s, *axial* 6,28 mm/s, dengan mengacu pada standar ISO 18016-3 dinyatakan motor tidak layak dioperasikan karena berbahaya dan dapat merusak peralatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero) <https://web.pln.co.id/tentang-kami/profil-perusahaan>.
- [2] *Electric Engineering Technical Service Subsidiary of Wuhan Qingyuan Electric Co.,Ltd.* 2012. *Operational Manual Turbine*. PLTU Sulawesi Selatan 2 x 50 MW Coal-fired Steam Power Plant.
- [3] Alfalah, Win. Pemeliharaan Preventif Pompa Vakum STG PLTGU Unit 1 Tambak Lorok Semarang. *Jurnal PowerPlant*, 2018, 6.2: 117-138
- [4] Carnegie, Novrian, et al. Analisa Level Getaran Cooling Water Pump 1 Jenis Sentrifugal. *Rekayasa Mekanika: Mechanical Engineering Scientific Journal, Pure and Inter Disciplinary*, 2020, 4.1: 25-32 Available: <https://ejournal.unib.ac.id/rekayasamekanika/article/download/13275/6457>.
- [5] William T. Thomson, Dra. Lea Prasetio, M.Sc.: *Teori Getaran dengan Penerapan*, Edisi kedua, Jakarta, 1995.
- [6] Busono, Pranto. "Analisa Penyebab Terjadinya Vibrasi Pompa Sistem Pendingin Sekunder Pa-02 Ap001". *Reaktor: Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir*, 2021, 18.1: 40-50
- [7] *How To Implement An Effective Condition Monitoring Program Using Vibration Analysis*, James E. Berr.

- [8] I. N. Gusniar, "Optimalisasi Sistem Perawatan Pompa Sentrifugal Di Unit Utility PT.ABC", *solusi*, vol. 1, no. 01, Jul 2015 Available: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/solusi/article/view/40/40>
- [9] Harjono, Rosyid Nur; Sukmadi, Tedjo; Karnoto, Karnoto. Pemanfaatan spektrum vibrasi untuk mengindikasikan kerusakan motor induksi di pltu indramayu 3 x 330 mw. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2013, 2.3: 408-414