



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**KARAKTERISTIK PERUBAHAN DAYA MOTOR LISTRIK
TERHADAP MISALIGNMENT POROS MESIN
(STUDI KASUS PADA PERGESERAN 3 mm)**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

YUSUF HERY SUSETYO

40040218060023

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

DESEMBER 2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Yusuf Hery Susetyo

NIM : 40040218060023

Tanda Tangan : 

Tanggal : Desember 2021

SURAT TUGAS



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
SEKOLAH VOKASI

TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 237 / UN7.5.13 / TM / 2021

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

No.	NAMA	NIM
1	Muhammad Nazhir Muflih	40040218060021
2	Faisal Azmi Sholahudin	40040218060022
3	Yusuf Hery Susetyo	40040218060023

Judul Proyek Akhir : Karakteristik Perubahan Daya Motor Listrik Terhadap Missalignment Poros Mesin

Dosen Pembimbing : Bambang Setyoko ST, M.eng

NIP. 196809011998021001

Isi Tugas :

1. Pengoperasian Power Quality Analyzer
2. Analisa perubahan daya motor listrik karena pengaruh misalignment
3. Pembuatan Laporan TA

Proposal TA harus disetujui Dosen Pembimbing dan diserahkan Program Studi paling lambat 2 bulan setelah Surat Tugas ini diterima. Tugas Akhir harus diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak Proposal TA disetujui Dosen Pembimbing, serta diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 23 Oktober 2021

Ketua PSD III Teknik Mesin

Drs. Ireng Sigit A, M.Kes

NIP. 196204211986031002

Surat Tugas dicetak 3 lbr utk :

1. Dosen Pembimbing TA
2. Mahasiswa ybs.
3. Arsip jurusan

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

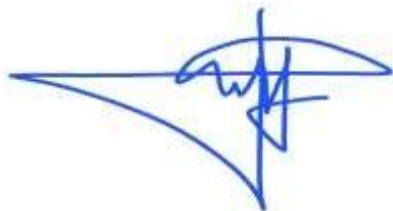
Dengan ini menerangkan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul :
“Karakteristik Perubahan Daya Motor Listrik Terhadap Misalignment Poros
Mesin”

yang telah disusun oleh :

Nama : Yusuf Hery Susetyo
NIM : 40040218060023
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro
Telah disetujui dan disahkan di Semarang pada :
Hari : Rabu
Tanggal : 8 Desember 2021

Semarang, 8 Desember 2021

Ketua PSD III Teknik Mesin
SV Universitas Diponegoro



Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes
NIP. 196204211986031002

Dosen Pembimbing



Bambang Setyoko, ST, M.eng
NIP. 196809011998021001

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Yusuf Hery Susetyo

NIM : 40040218060023


Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : KARAKTERISTIK PERUBAHAN DAYA MOTOR
LITRIK TERHADAP MISALIGNMENT POROS MESIN (STUDI KASUS
PADA PERGESERAN 3MM)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Bambang Setyoko, ST, M.eng ()

Penguji 1 : Dr. Wiji Mangestiyono, MT ()

Penguji 2 : Dr. Sutrisno, MT ()

Semarang, Desember 2021

Ketua PSD III Teknik Mesin

SV Universitas Diponegoro



Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes

NIP. 196204211986031002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Yusuf Hery Susetyo
NIM : 40040218060023
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

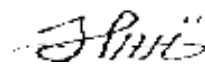
Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya saya yang berjudul :

“ KARAKTERISTIK PERUBAHAN DAYA MOTOR LISTRIK TERHADAP
MISALIGNMENT POROS MESIN ”

Dengan Hak Bebas Royalti / Non eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihkan media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 10 November 2021
Yang menyatakan,



Yusuf Hery Susetyo

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Jangan terlalu ambil hati dengan ucapan seseorang,kadang manusia punya mulut tapi belum tentu punya pikiran.”

Laporan ini di persembahkan kepada :

1. Ayah dan Ibu yang menyayangi dan mendoakan agar senantiasa diberi kemudahan dan keberhasilan saya.
2. Adik, kakak,saudara, dan keluarga besar yang memberi dukungan sampai tugas akhir selesai.
3. Segenap dosen,teknisi, dan karyawan PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
4. Teman-teman angkatan 2018 PSD III Teknik Mesin SV Undip yang kubanggakan

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Karakteristik Perubahan Daya Motor Listrik Terhadap Misalignment Poros Mesin” dengan baik.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak saran, bimbingan, dan bantuan dari pihak pembimbing, pematari, maupun teknisi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kelancaran dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan baik.
2. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bambang Setyoko, S.T, M.eng selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen dan Teknisi yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
6. Orang tua dan keluarga besar penulis atas kasih sayang, perhatian, doa yang selalu menyertai, dan dukungan yang selalu diberikan selama ini.

7. Teman-teman angkatan 2018 Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.
8. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu per satu yang telah membantu selama pelaksanaan tugas akhir.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, 11 November 2021

Penulis

ABSTRAK

Misalighment adalah ketidaklurusan antara kedua poros. Misalighment terjadi karena adanya pergeseran atau penyimpangan salah satu bagian mesin dari garis pusatnya, sehingga menyebabkan getaran pada mesin dan pemborosan daya. Daya dapat diukur dengan menggunakan PQA (Power Quality Analyzer). PQA (Power Quality Analyzer) adalah suatu peralatan ukur yang digunakan untuk mengetahui kualitas daya dari tenaga listrik.

Pengujian ini dimulai dari menggeser motor listrik sehingga terjadi misalighment. Kemudian dilakukan pemasangan PQA yang disambungkan pada motor listrik pada bagian kelistrikan.

Hasil analisa data pada pengujian ini menunjukkan bahwa semakin besar frekuensi dan semakin berat pembebanan, putaran mesin yang dihasilkan menurun akibat pembebanan, percepatan getaran naik, dan daya yang dihasilkan semakin besar.

Kata kunci: Misalighment, Power Quality Analyzer(PQA), Motor Listrik.

ABSTRACT

Misalignment is the misalignment between the two shafts. Misalignment occurs due to a shift or deviation of one part of the machine from its center line, causing vibrations in the machine and wasting power. Power can be measured using PQA (Power Quality Analyzer). PQA (Power Quality Analyzer) is a measuring instrument used to determine the power quality of electric power.

This test starts from shifting the electric motor so that misalignment occurs. Then the PQA is installed which is connected to the electric motor in the electrical section.

The results of data analysis in this test indicate that the greater the frequency and the heavier the loading, the resulting engine speed decreases due to loading, the vibration acceleration increases, and the power generated is greater.

Keywords: Misalignment, Power Quality Analyzer (PQA), Electric Motor.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
SURAT TUGAS	iii
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
LAMPIRAN.....	xviii
BAB I.....	19
PENDAHULUAN.....	19
1.1 Latar Belakang.....	19
1.2 Rumusan Masalah	20
1.3 Batasan Masalah.....	20
1.4 Tujuan.....	21
1.5 Manfaat.....	21
1.6 Sistematika Penulisan.....	21
BAB II.....	23
TINJAUAN PUSTAKA.....	23

2.1	<i>Power Quality Analyzer (PQA)</i>	23
2.1.1	Prinsip Kerja <i>Power Quality Analyzer</i>	23
2.1.2	Metode Pengujian <i>Power Quality Analyzer</i>	23
2.1.3	Gambaran umum <i>Power Quality Analyzer</i>	24
2.1.4	Spesifikasi <i>Power Analyzer</i>	27
2.2	Getaran	28
2.2.1	Karakteristik Getaran.....	31
2.2.2	Penyebab Getaran Mesin	34
2.3	Pengertian <i>Alighment</i> dan <i>Misalignment</i>	37
2.3.1	Pengaruh <i>Misalignment</i> Terhadap Hubungan Poros Mesin	38
2.3.2	Dampak yang Terjadi Akibat <i>Misalignment</i>	38
BAB III.....		40
METODOLOGI PENELITIAN		40
3.1	Bahan dan Alat	40
3.1.1	Bahan.....	40
3.1.2	Alat.....	40
3.2	Tahap Persiapan.....	45
3.2.1	Persiapan Alat Peraga Pengukuran <i>Alignment</i> dan Getaran	45
3.2.2	Prosedur Pengoperasian Alat	47
3.2.3	Persiapan <i>Power Quality Analyzer</i>	47
3.3	Tahap Pengujian	50
3.3.1	Prosedur Pengujian.....	51
BAB IV		55
HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA		55
4.1	Hasil Pengujian.....	55
4.1.1	Data Pengujian	55

4.1.2	Data Hasil Pengujian <i>Misalignment</i> pergeseran 1mm	56
4.2	GRAFIK DAN ANALISA	57
BAB V		62
PENUTUP		62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN		64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Schneider Power Meter PM5350	24
Gambar 2. 2 Tombol Power Meter.....	24
Gambar 2. 3 CT MSC 812 400/5A	26
Gambar 2. 4 Miniature Circuit Breaker 3 phase	27
Gambar 2. 5 Miniature Circuit Breaker 1 Phase	27
Gambar 2. 6 Karakteristik Getaran	32
Gambar 2. 7 Jenis-Jenis Ketidaklurusan (Misalignment)	35
Gambar 2. 8 Contoh Kasus Eksentrisitas	36
Gambar 3. 1 Alat Peraga Pengukuran Alignment dan Getaran.....	41
Gambar 3. 2 Power Quality Analyzer (PQA).....	42
Gambar 3. 3 Dial Indikator	42
Gambar 3. 4 Tachometer.....	43
Gambar 3. 5 Vibration Meter	43
Gambar 3. 6 Kunci Pas.....	44
Gambar 3. 7 Obeng	44
Gambar 3. 8 Bandul Beban 5kg, 2kg, dan 1kg	44
Gambar 3. 9 Kaki Motor Listrik Bagian Kanan.....	46
Gambar 3. 10 Kaki Motor Listrik.....	46
Gambar 3. 11 Rangkaian Pengujian.....	48
Gambar 3. 12 Rangkaian Kelistrikan	49
Gambar 3. 13 Rangkaian pada Motor Listrik.....	49
Gambar 3. 14 Rangkaian Current Transformator.....	49
Gambar 3. 15 Flowchart.....	50

Gambar 3. 16 Frekuensi 40Hz	51
Gambar 3. 17 Frekuensi 45Hz	51
Gambar 3. 18 Frekuensi 50Hz	52
Gambar 3. 19 Kotak Tempat Bandul	52
Gambar 3. 20 Mengukur Putaran	53
Gambar 3. 21 Bagian Atas Motor Listrik	53
Gambar 3. 22 Monitor PQA.....	54
Gambar 4. 1 Grafik Beban	57
Gambar 4. 2 Grafik Frekuensi.....	58
Gambar 4. 3 Grafik Pergeseran 3mm dengan Daya Variasi Frekuensi	59
Gambar 4. 4 Grafik Pergeseran 3mm Daya dengan Variasi Beban.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Motor Listrik.....	41
Tabel 3. 2 Spesifikasi Inverter	42
Tabel 4. 1 Variabel Bebas	55
Tabel 4. 2 Variabel Terikat	55
Tabel 4. 3 Pergeseran 3mm Frekuensi 40Hz.....	56
Tabel 4. 4 Pergeseran 3mm Frekuensi 45Hz.....	56
Tabel 4. 5 Pergeseran 3mm Frekuensi 50Hz.....	56

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengambilan data.....	64
Lampiran 2 Rangkaian Kelistrikan Motor Listrik.....	64
Lampiran 3 Penempatan Beban Bandul Pada Poros	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin berkontribusi penting dalam banyak hal seperti dalam pembuatan alat transportasi, peralatan rumah tangga, hingga hal yang besar seperti konstruksi bangunan dan banyak hal lainnya. Mesin yang mengubah energi menjadi gerak biasa disebut motor. Sedangkan motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik dapat ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesin cuci, pompa air dan penyedot debu. Daya yang dihasilkan suatu mesin atau motor listrik dapat berubah dikarenakan terjadinya *missalignment* atau ketidaksejajaran yang terjadi pada poros.

Missalignment terjadi pada poros mesin yang tidak sejajar. Ketika poros mesin tidak sejajar maka pada saat mesin bekerja menimbulkan getaran yang membuat mesin tidak bekerja efektif. Untuk mengatasi masalah tidak sejajarnya poros mesin diperlukan perbaikan. Dalam melakukan perbaikan membutuhkan perhitungan seberapa besar kerugian yang diakibatkan oleh *missalignment*.

Maka dari itu diperlukan adanya pengujian menggunakan alat yang bernama PQA (*Power Quality Analyzer*). Pengujian dengan *Power Quality Analyzer* adalah pengujian dengan pengambilan data kualitas daya listrik dengan memasang langsung peralatan ukur *Power Quality Analyzer* pada bagian masukan panel listrik rumah tangga maupun industri tersebut, sehingga *power quality analyzer* hanya mengambil data kualitas daya peralatan tersebut tanpa terpengaruh oleh peralatan lainnya. Mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Mesin UNDIP

di tuntut untuk dapat mengetahui dan mampu mengoperasikan alat *Power Quality Analyzer* atau alat ukur yang digunakan untuk mengetahui kualitas dari tenaga listrik.

Dalam menganalisa perubahan daya motor listrik dengan *Power Quality Analyzer* merupakan alat yang sangat mendukung untuk mengukur seberapa besar perubahan yang terjadi. Oleh karena itu, tugas akhir ini mengambil judul "KARAKTERISTIK PERUBAHAN DAYA MOTOR LISTRIK TERHADAP MISALIGNMENT POROS MESIN“.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “Karakterisitik Perubahan Daya Motor Listrik Terhadap Peningkatan Poros Karena Misalignment” terdapat beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Apakah yang dimaksud PQA (*Power Quality Analyzer*)?
2. Apakah yang dimaksud dengan *Misalignment*?
3. Bagaimana langkah-langkah pengoperasian PQA (*Power Quality Analyzer*)?
4. Bagaimana hasil pengujian PQA (*Power Quality Analyzer*)?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjawab permasalahan dalam pengujian menggunakan alat *Power Quality Analyzer*, berikut ini adalah batasan masalahnya:

1. Lingkup Tugas Akhir ini adalah seberapa besar perubahan daya yang terjadi karena misalignment dengan *Power Quality Analyzer*.
2. Terdapat variasi uji pada beban dan tegangan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari “*Karakteristik Perubahan Daya Motor Listrik Terhadap Misalignment Poros Mesin*” adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat menguasai apa yang dimaksud dengan misalignment
2. Mahasiswa dapat menerapkan cara kerja dan menggunakan alat ukur PQA (*Power Quality Analyzer*)
3. Mahasiswa dapat menganalisis dan menyimpulkan permasalahan perubahan daya akibat missalignment

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari “*Karakteristik Perubahan Daya Motor Listrik Terhadap Misalignment Poros Mesin*” adalah, antara lain:

1. Mendapat pengetahuan lebih banyak tentang *alignment/misalignment*.
2. Mengetahui besarnya perubahan yang terjadi pada motor listrik karena *misalignment*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika laporan tugas akhir dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pembahasan mengenai latar belakang rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penjelasan secara umum mengenai teori-teori yang dipakai untuk pembuatan tugas akhir khususnya yang berhubungan dengan *Power Analyzer* dan *alignment/misalignment*.

BAB III METODOLOGI

Memberikan penjelasan mengenai proses kerja dalam penelitian berupa persiapan pengujian, metode pengujian, alat dan bahan, dan proses pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang data hasil uji pengujian perubahan daya motor listrik yang terjadi dengan *Power Quality Analyzer* dan analisis hasil perhitungan pengujian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran mengenai pokok-pokok penting yang diperoleh selama pengujian dari permasalahan tugas akhir ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Power Quality Analyzer (PQA)*

Power Quality Analyzer (PQA) adalah suatu peralatan ukur yang digunakan untuk mengetahui kualitas daya dari tenaga listrik. Alat ini sangat kompleks, karena dapat mengukur tegangan, arus listrik, frekuensi, daya kompleks, daya aktif, daya reaktif dan factor daya. Pada penelitian ini, parameter yang diukur menggunakan peralatan ini adalah besaran daya.

2.1.1 Prinsip Kerja Power Quality Analyzer

Prinsip kerja Power Quality Analyzer ini dengan cara memonitor atau merekam gelombang dan parameter kelistrikannya, yang dibandingkan dengan nilai referensi yang diijinkan pada parameter tersebut.

2.1.2 Metode Pengujian Power Quality Analyzer

Analisis kedip tegangan akibat daya dari Alat Peraga Alignment di Lab. Metrologi & Perawatan SV Undip merupakan pengujian kuantitatif guna mengetahui besar nilai voltage sag, arus saat starting, dan waktu starting motor induksi, dengan menggunakan data dari hasil pengukuran berupa angka. Penelitian dilakukan dengan mengukur daya pada luaran inverter yang terpasang pada komponen Alat Peraga Alignment di Lab. Metrologi & Perawatan SV Undip. Kemudian menganalisis data hasil pengukuran yang diperoleh lalu mengambil kesimpulan.

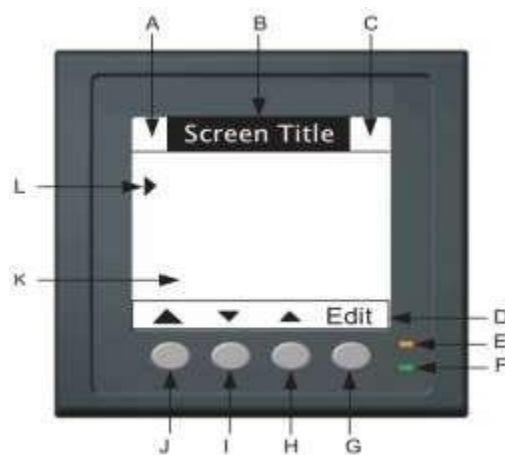
2.13 Gambaran umum Power Quality Analyzer

1) Power Meter



Gambar 2. 1 Schneider Power Meter PM5350

Power Quality Analyzer adalah alat yang menganalisa daya untuk mengukur berbagai parameter pengukuran kelistrikan. Alat ini dapat mengukur tegangan, arus listrik, frekuensi, dan daya.



Gambar 2. 2 Tombol Power Meter

- A. Ikon 1 - Maintenance
- B. Judul Layar
- C. Icon 2 - Ikon Alarm
- D. Menu Area
- E. Energy/Alarm LED (orange)
- F. Communication LED (green)
- G. Tombol 4
- H. Tombol 3
- I. Tombol 2
- J. Tombol 1
- K. Data Area
- L. Cursor

2) *Current Transformer* MSC 812 400/5A

Current Transformer / CT adalah alat listrik perubah arus, yang dapat mengubah besaran arus dari besar menjadi kecil dan sebaliknya sesuai dengan kebutuhan. *Current Transformer* (CT) berfungsi untuk mengubah besaran arus pada sistem menjadi lebih kecil agar dapat dibaca oleh panel metering atau alat ukur yang terhubung.

- *Split Core Current Transformer*

CT split core, memiliki bentuk kotak dengan salah satu sisi yang dapat dibuka dan ditutup kembali. Keunggulan *CT split core* ini terletak pada fitur CT yang dapat dibuka, sehingga tidak perlu melepas rakitan

pada saat pemasangan maupun pada saat melepas CT tersebut. CT *split core* memiliki pilihan rating ampere dari 400/5A hingga 5000/5A. Ukuran lubang yang luas, membuat *Split Core Current Transformer* ini, cocok digunakan pada pemasangan busbar berukuran besar.



Gambar 2. 3 CT MSC 812 400/5A

3) MCB 1 Phase dan MCB 3 Phase

Miniature Circuit Breaker merupakan salah satu jenis pengaman listrik untuk melindungi atau mengamankan atau mencegah sistem instalasi listrik dari beban arus yang melebihi kemampuannya. Arus yang mengalir pada suatu penghantar akan menimbulkan bahaya listrik seperti bahaya kebakaran akibat dari konsleting listrik. MCB 1 fasa biasanya digunakan untuk pengaman instalasi rumah yang sederhana, sedangkan MCB 3 fasa biasa digunakan untuk instalasi rumah yang memiliki PHB sebagai penghubung. Dipasaran biasanya MCB tersedia dengan batasan arus : 2A, 4A, 6A, 10A, 16 A, 20 A, 25A, 32A, 50A dan 63A.



Gambar 2. 4 *Miniature Circuit Breaker 3 phase*



Gambar 2. 5 *Miniature Circuit Breaker 1 Phase*

2.1.4 Spesifikasi *Power Analyzer*

Berikut ini merupakan spesifikasi Power Meter :

Main	
Range	PowerLogic
Product name	PowerLogic PM5350
Device short name	PM5350
Product or component type	Power meter
Complementary	
Power quality analysis	total demand distortion total harmonic distortion
Device application	Power monitoring
Type of measurement	Current Voltage Frequency Power factor Energy Phase angle Apparent power Active power Reactive power
Supply voltage	85...265 V AC 45...65 Hz 100...300 V DC
Network frequency	50 Hz 60 Hz
(In) rated current	5 A 1 A
Type of network	1P + N 3P + N 3P
Maximum power consumption in VA	9.6 VA
Ride-through time	80 ms 120 V AC typical 100 ms 230 V AC typical 100 ms 415 V AC typical

Display type	Backlit LCD
Display resolution	6 lines
Sampling rate	32 samples/cycle
Measurement current	0...1 A 0...5 A
Analogue input type	Current 0.05...5 A (impedance $\leq 0.3 \Omega$)
Measurement voltage	20...690 V AC phase to phase 20...400 V AC phase to neutral
Frequency measurement range	45...70 Hz
Number of inputs	4 digital
Measurement accuracy	Current 0.3 % Voltage 0.3 % Frequency 0.05 % Power factor ± 0.005
Accuracy class	Class 0.5S active energy conforming to IEC 62053-22 Class 0.5 active energy conforming to IEC 61557-12 Class 3 reactive energy conforming to IEC 62053-23 Class 2 reactive energy conforming to IEC 61557-12 Class 0.5 power conforming to IEC 61557-12
Number of outputs	2 relay
Information displayed	Tarif (4)
Communication port protocol	RS485 Modbus RTU and ASCII at 9.6, 19.2 and 38.4 kbaud
Communication port support	Terminal block RS485
Data recording	Minimum of instantaneous values Alarms
Connections - terminals	Voltage circuit: screw terminal block4 Control circuit: screw terminal block2 Current transformer: screw terminal block6 Input/output circuit: screw terminal block6 Relay output: screw terminal block4 Ethernet network: RJ45 connector
Mounting mode	Flush-mounted
Type of installation	Indoor installation
Standards	IEC 61010-1
Product certifications	CE CULus
Width	96 mm
Depth	44 mm
Height	96 mm
Net weight	0.25 kg
Environment	
Electromagnetic compatibility	Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in low-voltage conforming to IEC 61000-3-3 Electrostatic discharge conforming to IEC 61000-4-2 Susceptibility to electromagnetic fields conforming to IEC 61000-4-3 Electrical fast transient/burst immunity test conforming to IEC 61000-4-4 1.2/50 μ s shock waves immunity test conforming to IEC 61000-4-5 Conducted RF disturbances conforming to IEC 61000-4-6 Immunity to impulse waves conforming to IEC 61000-4-12 Conducted and isolated emissions class A conforming to EN 55011 Limits for harmonic current emissions conforming to IEC 61000-3-2
Overvoltage category	III
IP degree of protection	IP30 back: conforming to IEC 60529 IP51 front face: conforming to IEC 60529
Relative humidity	0...95 % at 50 °C
Pollution degree	2
Ambient air temperature for operation	-40...85 °C
Ambient air temperature for storage	-25...70 °C
Operating altitude	0...3000 m

2.2 Getaran

Getaran adalah gerakan kontinu, acak, atau periodik dari suatu objek yang disebabkan oleh pengeksitasi alami (*natural excitation*) dari struktur dan kerusakan mekanis (*mechanical faults*) (www.migas-indonesia.com, 2005). Masalah-masalah yang sering menyebabkan getaran pada suatu mesin antara lain:

ketidakseimbangan (*unbalance*) elemen rotasi, ketidaklurusan (*misalignment*) pada kopling dan bearing, eksentrisitas (*eccentricity*), cacat pada bantalan antifriksi (*faulty antifriction bearing*), kerusakan pada bantalan *sleeve* (*sleeve bearing*), kelonggaran mekanik (*mechanical looseness*), buruknya sabuk penggerak (*faulty drive belt*), kerusakan roda gigi (*gear problem*), masalah listrik (*electrical problem*), resonansi (*resonance*), gaya aerodinamika (*aerodynamic and hydraulic forces*), gaya *reciprocating* (*reciprocating forces*), dan gesekan (*rubbing*) (IRD Entek, 1996).

Yongzhao dan Huasheng (1999) melakukan studi kasus pada instalasi *gas compressor* yang digerakkan oleh motor. Pada awalnya empat unit *gas compressor* bekerja dengan lancar. Selang beberapa tahun, salah satu motor penggerak mengalami penggantian. Setelah diganti, motor mengalami getaran yang tidak normal ketika beroperasi. Penelitian menggunakan data akuisisi berupa pengukuran respon getaran pada *gas compressor* dan motor, serta tampilan sinyal getaran dari *spectrum analyzer*. Berdasarkan data yang diperoleh, disimpulkan adanya masalah pada poros (*shafting*) yang diakibatkan *misalignment* pada kopling yang menghubungkan poros *gas compressor* dan poros motor.

Ketidakseimbangan (*unbalance*) merupakan kondisi yang dialami poros putar sebagai akibat dari gaya sentrifugal, yang kemudian akan menimbulkan gaya getaran. Selanjutnya gerak poros dan gaya getaran akan diteruskan ke bantalan. Besarnya *unbalance* ini juga dipengaruhi oleh putaran (IRD Entek, 1996).

Suatu poros dapat mengalami *unbalance*, yang disebabkan oleh sifat bahan poros yang tidak homogen (lubang/*void* yang terjadi pada saat pembuatan poros), eksentrisitas poros, penambahan alur dan pasak pada poros, serta distorsi yang dapat berupa retakan (*crack*), bekas pengelasan, atau perubahan bentuk pada poros. *Unbalance* ini menyebabkan distribusi massa yang tidak seragam di sepanjang poros atau lebih dikenal sebagai massa *unbalance* (Jabir, 2003).

Prosedur perawatan untuk mengurangi *unbalance* pada mesin disebut *balancing*. *Balancing* terdiri dari prosedur pengukuran getaran dan menambahkan atau mengurangi beban untuk mengatur (*adjust*) distribusi massa. Tujuan *balancing* adalah menyeimbangkan mesin putar, yang pada akhirnya akan mengurangi getaran (Tim Getaran Mekanis, 2002).

Shi (2005) telah mengembangkan metode *balancing* untuk poros yang bekerja pada putaran tinggi, namun menyeimbangkan poros tersebut pada putaran lebih rendah. Putaran poros saat dilakukan *balancing* berada di bawah putaran kritis I dari poros (poros fleksibel). Penelitian ini menggunakan metode *Low-Speed Hollow Balancing* sehingga rotor dapat diseimbangkan tanpa memutar poros pada putaran tinggi (putaran kerjanya) dan pada putaran kritisnya. Penelitian tersebut menghasilkan reduksi getaran pada bantalan lebih dari 50% dibandingkan kondisi awalnya, sehingga dikatakan *balancing* yang dilakukan adalah efektif.

Adalah sangat sulit untuk menyeimbangkan poros ketika poros tersebut beroperasi dekat dengan daerah putaran kritis. Bila daerah putaran operasi mendekati atau melebihi daerah putaran kritis maka kondisi keseimbangan akan bervariasi sesuai dengan putaran poros. Hal ini disebabkan karena deformasi

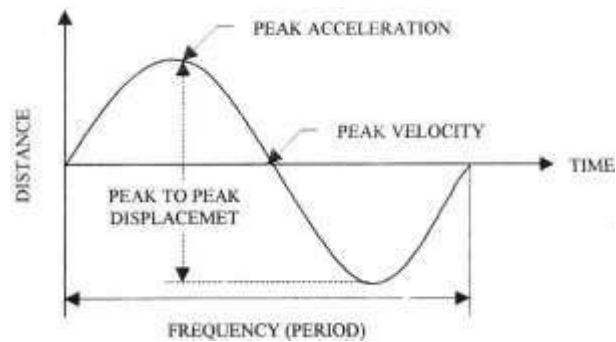
elastik dari poros menyebabkan perubahan distribusi massa terhadap sumbu rotasi. Perubahan distribusi massa ini akan menyebabkan perpindahan pusat massa atau perubahan orientasi sumbu utama inersia terhadap sumbu rotasi (Abidin, 1996).

Nicholas (2000) melakukan penelitian mengenai beroperasinya *turbomachinery* pada atau dekat dengan putaran kritis II, yang mana beberapa diantaranya tidak mengalami masalah yang berarti, sementara lainnya ditengarai mengalami kerusakan. Dengan melakukan analisis pada tiga varian turbin yakni:

rigid bearings and pedestals (housings), flexible bearings and rigid pedestals, serta *flexible bearings and flexible pedestals*, berupaya meneliti fenomena tersebut. Hasil analisis kemudian dipetakan dalam grafik untuk memprediksi letak putaran kritis II. Dari hasil analisis, varian *flexible bearings and flexible pedestals* menunjukkan prediksi letak putaran kritis II yang lebih akurat ketika dibandingkan hasil penentuan putaran kritis II secara aktual dengan melakukan pencatatan respon getaran pada bantalan (*bearing*) setiap perubahan putaran. Hasil ini menunjukkan bahwa pada masa sebelumnya, mesin-mesin dirancang beroperasi di bawah putaran kritis II, tetapi kenyataannya justru beroperasi pada atau dekat dengan putaran kritis II dikarenakan prediksi yang salah.

2.2.1 Karakteristik Getaran

Kondisi mesin dan kerusakan mekanis dapat diketahui dengan mempelajari karakteristik getarannya. Pada suatu sistem pegas-massa, karakteristik getaran dapat dipelajari dengan membuat grafik pergerakan beban terhadap waktu.



Sumber: google.com

Gambar 2. 6 Karakteristik Getaran

Gerak beban dari posisi netralnya ke batas atas kemudian kembali ke posisi netral (kesetimbangan) dan bergerak lagi ke batas bawah kemudian kembali ke posisi kesetimbangan, menunjukkan gerakan satu siklus. Waktu untuk melakukan gerak satu siklus ini disebut *periode*, sedangkan jumlah siklus yang dihasilkan dalam satu interval waktu tertentu disebut *frekuensi*. Dalam analisis getaran mesin, frekuensi lebih bermanfaat karena berhubungan dengan rpm (putaran) suatu mesin. Karakteristik getaran suatu sistem dapat dilihat pada gambar 2.6.

a. Frekuensi Getaran (*Vibration Frequency*)

Frekuensi adalah jumlah siklus pada tiap satuan waktu. Besarnya dapat dinyatakan dengan siklus per detik (*cycles per second/cps*) atau siklus per menit (*cycles per minute/cpm*). Frekuensi getaran penting diketahui dalam analisis getaran mesin untuk menunjukkan masalah yang terjadi pada mesin tersebut. Dengan mengetahui frekuensi getaran, akan memungkinkan untuk dapat mengidentifikasi bagian mesin yang salah (*fault*) dan masalah yang terjadi.

Gaya yang menyebabkan getaran dihasilkan dari gerak berputar elemen mesin. Gaya tersebut berubah dalam besar dan arahnya sebagaimana elemen putar berubah posisinya terhadap titik netral. Akibatnya, getaran yang dihasilkan akan mempunyai frekuensi yang bergantung pada putaran elemen yang telah mengalami *trouble*. Oleh karena itu, dengan mengetahui frekuensi getaran akan dapat diidentifikasi bagian dari mesin yang bermasalah.

b) Perpindahan, Kecepatan, dan Percepatan

Perpindahan (*displacement*), kecepatan (*velocity*), dan percepatan (*acceleration*) diukur untuk menentukan besar dan kerasnya suatu getaran. Biasanya diwakili dengan pengukuran amplitudo getaran.

Perpindahan (*displacement*) adalah gerakan suatu titik dari suatu tempat ke tempat lain yang mengacu pada suatu titik tertentu yang tidak bergerak (tetap). Dalam pengukuran getaran mesin, sebagai standar digunakan jarak perpindahan puncak ke puncak (*peak to peak displacement*), seperti terlihat pada gambar 2.6. Contohnya adalah perpindahan poros karena gerak putarnya. Jika perpindahan poros terlalu besar sampai melebihi batas "*clearance*" bantalan akan mengakibatkan rusaknya bantalan.

Kecepatan (*velocity*) merupakan perubahan jarak per satuan waktu. Kecepatan gerak mesin selalu dinyatakan dalam kecepatan puncak (*peak velocity*). Kecepatan puncak gerakan terjadi pada simpul gelombang. Dalam getaran, kecepatan merupakan parameter penting dan efektif, karena dari data kecepatan akan dapat diketahui tingkat getaran yang terjadi. Sedangkan percepatan (*acceleration*) adalah perubahan kecepatan per satuan waktu.

Percepatan berhubungan erat dengan gaya. Gaya yang menyebabkan getaran pada bantalan mesin atau bagian-bagian lain dapat ditentukan dari besarnya getaran.

2.2.2 Penyebab Getaran Mesin

Penyebab utama getaran adalah gaya yang berubah-ubah dalam arah dan besarnya. Karakteristik getaran yang dihasilkan bergantung pada cara bagaimana gaya penyebab getaran tersebut ditimbulkan (*generated*). Hal tersebut yang menjadi alasan mengapa setiap penyebab getaran mempunyai karakteristik tertentu.

a. Getaran Karena Ketidakseimbangan (*Unbalance*)

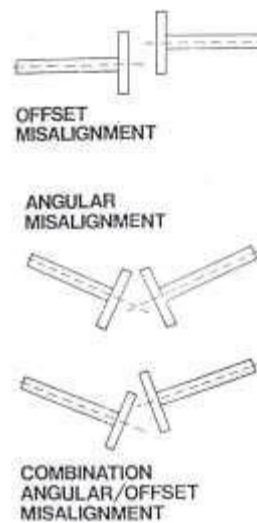
Getaran yang disebabkan oleh ketidakseimbangan (*unbalance*) terjadi pada 1X rpm elemen yang mengalami *unbalance* dan amplitudo getaran sebanding dengan besarnya *unbalance* yang terjadi. Pada mesin dengan poros putar, amplitudo terbesar akan terukur pada arah radial.

Unbalance dapat disebabkan oleh cacat coran, eksentrisitas, adanya alur pasak dan pasak, distorsi, korosi, dan aus. Bagian mesin yang tidak seimbang akan menghasilkan momen putar yang tidak sama besar selama benda berputar, sehingga akan menyebabkan getaran.

b. Getaran Karena Ketidaklurusan (*Misalignment*)

Sangat sulit meluruskan dua poros dan sambungannya sedemikian hingga tidak ada gaya yang menyebabkan getaran. Ketidaklurusan ini biasanya terjadi pada kopling. Tipe ketidaklurusan pada kopling dapat dibedakan menjadi tiga macam (gambar 2.7), yaitu:

1. *Angular*, jika sumbu kedua poros membentuk sudut dengan besar tertentu.
2. *Offset*, jika sumbu kedua poros paralel dan tidak berimpit satu sama lain.
3. Kombinasi, jika terjadi ketidaklurusan *angular* dan *offset* secara bersamaan dalam satu sistem.



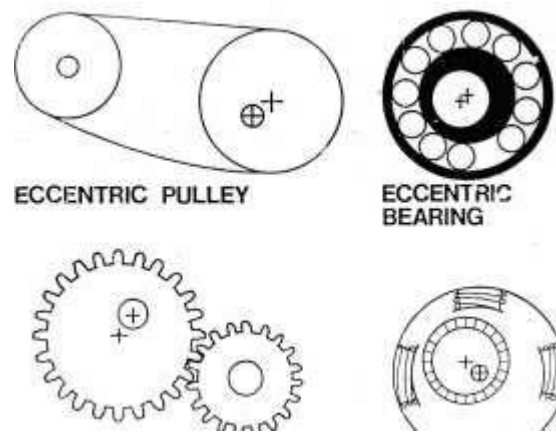
Sumber: google.com

Gambar 2. 7 Jenis-Jenis Ketidaklurusan (*Misalignment*)

Misalignment pada kopling menghasilkan gaya dalam arah aksial dan radial, yang menyebabkan getaran dalam kedua arah tersebut. Gaya dan getaran yang dihasilkan bertambah dengan bertambahnya *misalignment*. Frekuensi getaran biasanya adalah 1X rpm, tetapi bila *misalignment* besar bisa terjadi frekuensi getaran 2X atau 3X rpm.

c. Getaran Karena Eksentrisitas

Yang dimaksud eksentrisitas dalam kasus getaran adalah bahwa pusat putaran poros tidak sama dengan pusat putaran rotor. Eksentrisitas merupakan sumber dari *unbalance* dimana pada waktu berputar, berat benda di satu sisi berbeda dengan di sisi lain terhadap sumbu putar. Kasus eksentrisitas dapat terjadi pada *bearing*, *gear*, puli, dan *armature motor* (gambar 2.8).



Sumber: google.com

Gambar 2. 8 Contoh Kasus Eksentrisitas

d. Getaran Karena Kelonggaran Mekanik

Kelonggaran mekanik dan resultan aksi ketuk (*pounding*) menyebabkan getaran pada frekuensi dua kali putaran ($2X$ rpm). Getaran tersebut bisa terjadi akibat baut kendur, kelonggaran *bearing* berlebih, atau retak pada struktur *bearing*.

2.3 Pengertian *Alighment* dan *Misalignment*.

Misalignment adalah ketidaklurusan antara kedua poros. *Misalignment* terjadi karena adanya pergeseran atau penyimpangan salah satu bagian mesin dari garis pusatnya. *Misalignment* sendiri mengakibatkan getaran dalam arah axial. Sedangkan, *alignment* adalah suatu pekerjaan yang meluruskan / mensejajarkan ke dua sumbu poros lurus (antara poros penggerak dengan sumbu poros yang digerakkan) pada waktu peralatan itu beroperasi. Tetapi dalam kenyataan, pengertian lurus tidak bisa didapatkan 100%. Untuk itu harus diberikan toleransi kurang dari 0,05 mm. Dalam proses alignment pada kondisi mesin tidak beroperasi (dingin), hasilnya bisa saja akan berubah pada saat mesin beroperasi (panas). Hal ini sangatlah tidak diharapkan terjadi, namun demikian biasa saja terjadi dan biasa disebut “Thermal Growth”.

Macam – macam ketidaklurusan kedua poros (*misalignment*) :

- a) Paralel *Misalignment*, adalah posisi dari kedua poros dalam keadaan tidak sejajar dengan ketinggian yang berbeda.
- b) *Angular Misalignment*, adalah ketidaklurusan kedua poros yang posisinya saling menyudut, sedangkan kedua ujungnya (padakopling) mempunyai ketinggian yang sama.
- c) *Combinasion Misalignment*, adalah ketidaklurusan kedua poros yang posisinya saling menyudut dan kedua ujungnya poros (kopling) tidak sama.
- d) *Soft foot* adalah sebuah kondisi dimana mesin duduk pada landasandasar lantai, hal ini berarti sebuah kondisi yang kurang stabil, baik karena sifat dasar pondasi lantai maupun material dudukannya. Proses *Leveling*, pelurusan dan perataan (*alignment*) haruslah dilakukan terlebih dahulu.

2.3.1 Pengaruh *Misalignment* Terhadap Hubungan Poros Mesin

Misalignment menyebabkan peningkatan daya input motor. Kebutuhan torsi rotor akibat pembebanan merupakan penyebab peningkatan daya input. Peningkatan torsi dapat terjadi bila medan magnet rotor membesar akibat penambahan arus rotor. Penambahan arus rotor dapat terjadi bila medan magnet stator bertambah.

Misalignment juga menyebabkan peningkatan beban. Peningkatan beban menyebabkan torsi yang dibutuhkan lebih tinggi. Peningkatan torsi menyebabkan gaya normal yang bekerja pada permukaan kontak membesar, sehingga gaya gesek yang terjadi meningkat.

2.3.2 Dampak yang Terjadi Akibat Misalignment

Ketidaksejajaran atau misalignment pada suatu komponen mesin dapat mengganggu kinerja mesin bahkan dapat merugikan baik secara materil maupun keselamatan. Dampak yang terjadi akibat kondisi misalignment tentu sangat merugikan. Agar dapat memahami dampak akibat misalignment, berikut ini dampak dan kerugian yang terjadi akibat misalignment.

1. Getaran Berlebih

Misalignment adalah salah satu penyebab utama terjadinya getaran atau vibrasi pada alat dan mesin. Karakteristik getaran yang signifikan yang disebabkan oleh misalignment berada pada arah radial dan aksial.

2. Kebisingan

Serupa dengan getaran, kebisingan dideteksi dengan memperhatikan perubahan suara pada mesin selama operasi berlangsung. Komponen atau mesin yang mengalami *misalignment* cenderung akan menghasilkan intensitas

suara yang meningkat dibandingkan kondisi kerja normal. Kebisingan yang terjadi akibat misalignment tentu sangat mengganggu khususnya bagi operator yang mengoperasikan alat atau mesin.

3. Pemborosan Energi

Karena *misalignment* membuat kerja motor listrik semakin berat karena gesekan antara poros penggerak dan poros yang digerakan tidak sejajar sehingga membutuhkan konsumsi daya yang berlebih untuk memutar porosnya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1 mesin listrik	<i>Induction</i> motor 3 phase; n=1450 rpm Daya= 0,75 kW, 1Hp
1 pasang kopling	Kopling <i>universal</i> FCL 100
<i>shaft</i>	St 60, (p=420 mm, $\Theta = 16$ mm)
4 buah <i>bearing</i>	<i>Ball Bearing</i>
Inverter	Merk: Siemens; input 1 phasa, output 3 phasa
1 unit <i>stop contact</i>	
Kabel	

3.1.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Alat Peraga Pengukuran Alignment dan Getaran



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 1 Alat Peraga Pengukuran Alignment dan Getaran

Dalam rangkaian alat peraga pengukuran *alignment* dan *misalignment* terdapat komponen motor listrik dan inverter. Motor listrik merupakan alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Energi gerak di sini membuat poros dapat berputar. Dalam rangkaian ini inverter digunakan untuk merubah variasi frekuensi motor listrik dan dapat merubah arah putaran poros motor listrik. Berikut adalah spesifikasi motor listrik dan inverter.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Motor Listrik

SPESIFIKASI	
Type	Y2 80M2 – 4
Daya	0.75 Kw
Putaran	1450 rpm
Tenaga	1 HP
H	73 %
Tegangan	220/380 V 50 Hz
Cos Φ	0.76
Berat	14 kg

Tabel 3. 2 Spesifikasi Inverter

SPESIFIKASI	
Type	SV008iG5A-2
Input	200 – 230V 3 Phase 6.6 A 50/60Hz
Output	0 – InputV 3 Phase 5.0A 0.1 – 400Hz
Kapasitas	1.9 kVA

2. Power Quality Analyzer (PQA)



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 2 Power Quality Analyzer (PQA)

3. Dial Indicator



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 3 Dial Indikator

4. Tachometer



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 4 Tachometer

5. Vibration Meter



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 5 Vibration Meter

6. Kunci Pas



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 6 Kunci Pas

7. Obeng



Sumber : google.com

Gambar 3. 7 Obeng

8. Bandul



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 8 Bandul Beban 5kg, 2kg, dan 1kg

3.2 Tahap Persiapan

3.2.1 Persiapan Alat Peraga Pengukuran *Alignment* dan Getaran

Persiapan alat yaitu melakukan pengecekan alat PQA dan motor listrik. Pengecekan PQA dengan memastikan bahwa komponen *Current Transformer* sudah disiapkan dan kabel-kabel yang akan digunakan cukup. Persiapan untuk motor listrik dengan memastikan alat seperti beban bandul sudah disiapkan dan mencoba menyalakan motor listrik tanpa menggunakan PQA untuk melihat apakah motor listrik aman digunakan. Persiapan dapat dilakukan dengan cara mengganti frekuensi inverter apakah sudah bisa digunakan pada variable yang sudah ditentukan sebelumnya.

Untuk mempersiapkan alat peraga geser kaki motor listrik 3 mm ke kanan dari sisi belakang motor listrik. Terdapat baut-baut pada bagian bawah motor listrik sebagai dudukan. Baut-baut tersebut berfungsi untuk mengunci dudukan motor listrik agar motor listrik tidak bergetar, karena getaran diteruskan ke kaki-kaki meja. Agar tidak terjadi getaran di bawah motor listrik digunakan peredam atau karet di bawah kaki meja. Untuk menggeser kaki meja digunakan kunci pas untuk membukanya. Berikut ini adalah langkah-langkah mempersiapkan alat peraga pengukuran *alignment* dan getaran :

1. Siapkan kunci pas nomor 19 dan *dial indicator* untuk membuka mur pada kaki motor listrik
2. Pasang *dial indicator* pada sisi tiang sebelah kanan (dilihat dari sisi Gambar 3.9). pastikan *dial indicator* menempel pada tiang
3. Tekan *dial indicator* ke arah tiang sampai jarum bergerak sedikit. Putar angka *dial indicator* pada jarum penunjuk tepat angka 0

4. Baut pada kaki motor listrik dibuka terlebih dahulu dari sebelah kanan tempat *dial indicator* berada.
5. Kaki sebelah kiri dikencangkan dengan kunci pas ke kanan dengan mur kiri dan kanan bergantian sedikit-sedikit
6. Saat mengencangkan mur, lihat pada *dial indicator* sampai jarum penunjuk berputar tiga kali sampai kembali ke angka 0
7. Kencangkan mur sebelah kanan kembali



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 9 Kaki Motor Listrik Bagian Kanan



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 10 Kaki Motor Listrik

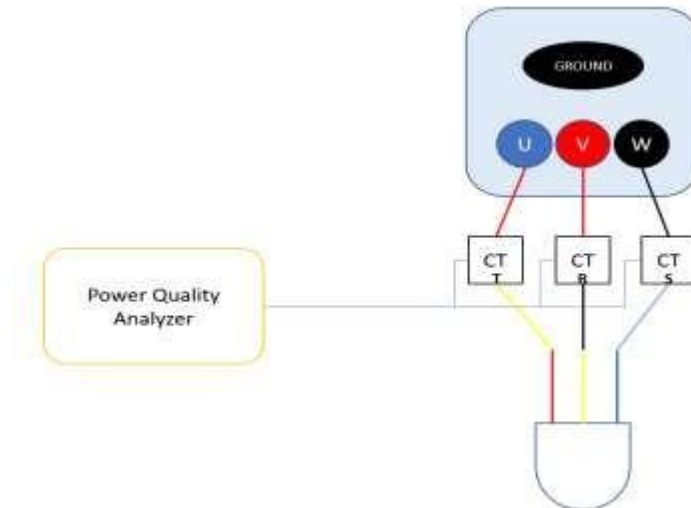
3.2.2 Prosedur Pengoperasian Alat

Dalam pengoperasian alat peraga pengukuran *alignment* dan getaran, terdapat prosedur yang harus dilakukan yaitu cara mengatur frekuensi inverter yang diinginkan. Berikut langkah pengoperasian inverter :

1. Pasang kabel *power* motor listrik pada stopkontak dan pastikan posisi tombol inverter berada di tengah (motor listrik dalam keadaan mati)
2. Saat inverter sudah menunjukkan angka, tekan tombol bagian tengah untuk mulai mengatur frekuensi
3. Pindahkan pengaturan angka dengan menekan tombol kiri pada inverter yang menunjukkan angka berwarna tebal di layar inverter
4. Tekan tombol atas untuk menaikkan frekuensi, dan tekan tombol bawah untuk menurunkan frekuensi
5. Tekan tombol tengah kembali sampai angka pada layar selesai berkedip jika sudah mengatur frekuensi yang diinginkan

3.2.3 Persiapan *Power Quality Analyzer*

Proses pengujian dilakukan terlebih dahulu dengan memasang rangkaian komponen kelistrikan untuk menghubungkan PQA dengan komponen kelistrikan motor listrik.



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 11 Rangkaian Pengujian

Penjelasan rangkaian pemasangan *power quality analyzer* pada alat uji :

1. Pastikan sebelum pemasangan listrik dari panel utama sudah dimatikan.
2. Pasang *Current Transformator* diantara kabel setelah inverter dan komponen motor listrik.
3. Sambungkan penjepit R(merah)-S(kuning)-T(biru)-G(hitam) milik *power quality analyzer* ke kabel sumber.
4. Kemudian agar *power quality analyzer* bisa membaca besaran aliran listrik *phase* sambungkan kabel dari *Current Transformator* ke *power quality analyzer*.
5. Untuk mengirim data dari *power quality analyzer* ke laptop dihubungkan oleh kabel USB dan data dapat dilihat dengan software *Labview*.



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 12 Rangkaian Kelistrikan



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 13 Rangkaian pada Motor Listrik

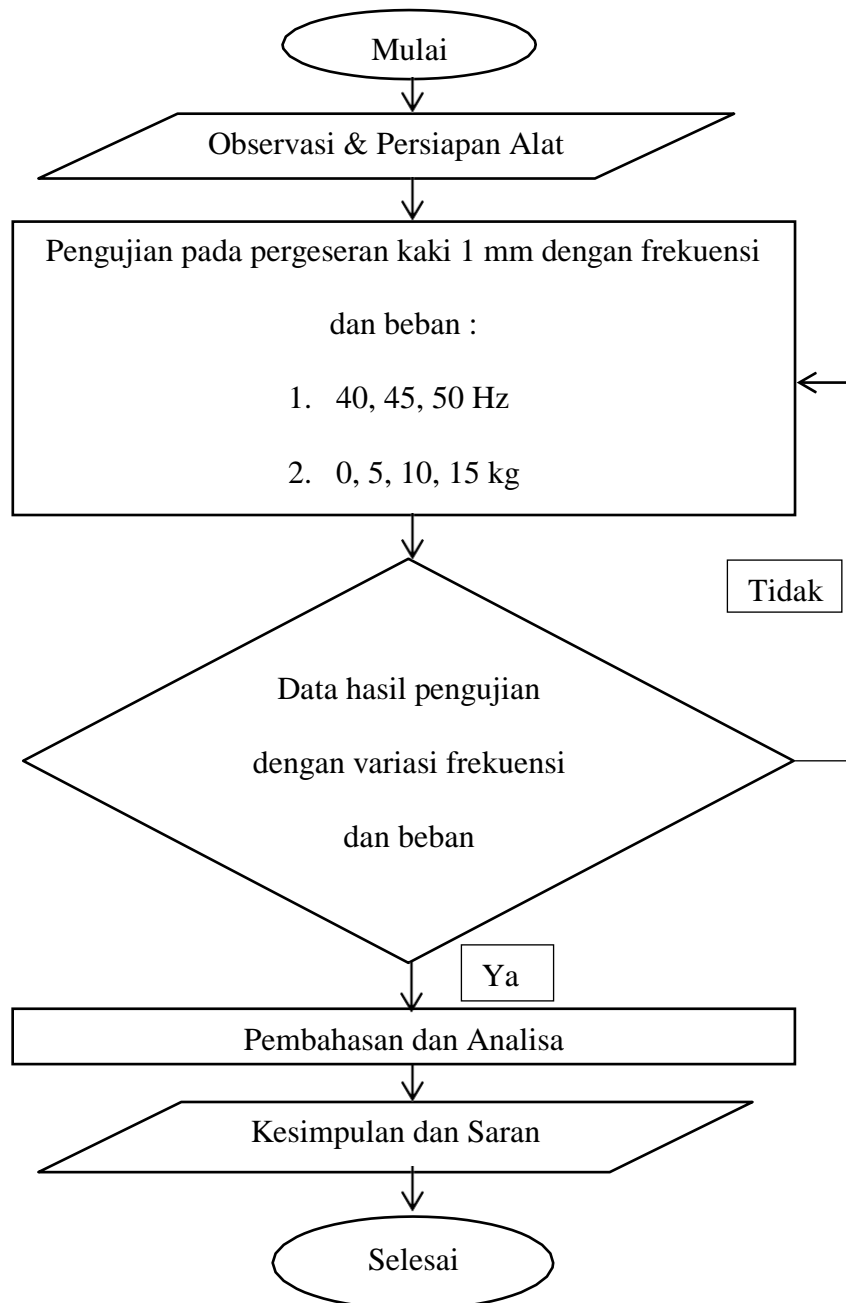


Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 14 Rangkaian *Current Transformer*

3.3 Tahap Pengujian

Berikut adalah tahapan pengujian yang dilakukan pada tugas akhir ini dalam bentuk *flowchart*.



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 15 Flowchart

3.3.1 Prosedur Pengujian

Setelah rangkaian PQA diselesaikan maka pengujian sudah dapat dilakukan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui perubahan karakteristik motor listrik yaitu putaran, getaran, dan daya akibat pengaruh *misalignment*. Berikut ini adalah prosedur pengujian tersebut :

1. Sambungkan kabel power ke stop kontak untuk menyalakan inverter yang terhubung ke motor listrik.
2. Pada layar inverter ubah pengaturan frekuensi yang sudah ditentukan (40, 45, 50Hz) dengan langkah yang sudah dijelaskan sebelumnya.



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 16 Frekuensi 40Hz



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 17 Frekuensi 45Hz



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 18 Frekuensi 50Hz

3. Jika ingin mengukur pada beban yang sudah ditentukan (0, 5, 10, 15kg) tambahkan bandul yang sudah disiapkan di kotak di bawah poros mesin.



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 19 Kotak Tempat Bandul

4. Selanjutnya tekan tombol on pada inverter untuk menyalakan motor listrik.
5. Untuk mengukur besar putaran motor listrik digunakan tachometer dengan mengarahkan laser merah dari alat tersebut ke benda yang berputar seperti kopling yang sudah diberi tanda.



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 20 Mengukur Putaran

6. Untuk mengukur percepatan getaran pada motor listrik digunakan vibration meter dengan meletakkan magnet di atas *casing* motor listrik secara vertikal.



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 21 Bagian Atas Motor Listrik

7. Untuk mengukur daya motor listrik digunakan *power quality analyzer*, Pada monitor *power quality analyzer* menunjukkan daya yang dikeluarkan oleh motor listrik saat sedang bekerja.



Sumber : Dok. Pribadi

Gambar 3. 22 Monitor PQA

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Data Pengujian

Agar data dapat mudah dimengerti dan dipahami, data yang diambil perlu digolongkan dan disederhanakan. Pada pengujian ini ada variabel yang perlu diperhatikan. Variabel yang diperlukan tersebut diantaranya sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Variabel Bebas

Variabel Bebas			
No	Besaran	Satuan	Alat Ukur
1	Alignment poros driver-driven	mm	dial indikator
2	Beban Poros Mesin	kg	bandul timbangan
3	Frekuensi Listrik	Hz	inverter (40-60 Hz)

Tabel 4. 2 Variabel Terikat

Variabel Terikat			
No	Besaran	Satuan	Alat Ukur
1	Putaran Mesin	rpm	Tachometer
2	Getaran Mesin	Hz	Vibration meter
3	Daya Mesin	Watt	Power Analyzer

4.1.2 Data Hasil Pengujian *Misalignment* pergeseran 1mm

Dari hasil pengukuran *power quality analyzer* pada motor listrik dengan pergeseran 3mm maka hasil data dapat dilihat dari tabel di bawah :

Tabel 4. 3 Pergeseran 3mm Frekuensi 40Hz

No	Besaran	Satuan	Beban			
			0kg	5kg	10kg	15kg
1	Putaran Mesin	rpm	1190	1189	1188	1187
2	Getaran Mesin	m/s ²	0,8	0,8	1	1,1
3	Daya Mesin	Watt	0,181	0,183	0,184	0,186

Tabel 4. 4 Pergeseran 3mm Frekuensi 45Hz

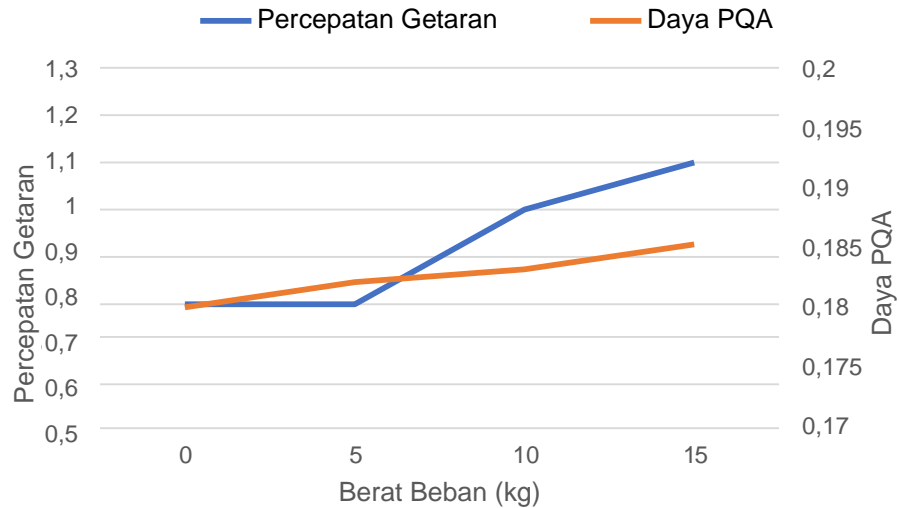
No	Besaran	Satuan	Beban			
			0kg	5kg	10kg	15kg
1	Putaran Mesin	rpm	1340	1339	1338	1338
2	Getaran Mesin	m/s ²	0,8	0,9	1	1
3	Daya Mesin	Watt	0,202	0,203	0,204	0,204

Tabel 4. 5 Pergeseran 3mm Frekuensi 50Hz

No	Besaran	Satuan	Beban			
			0kg	5kg	10kg	15kg
1	Putaran Mesin	rpm	1490	1489	1488	1487
2	Getaran Mesin	m/s ²	0,8	0,9	1	1,1
3	Daya Mesin	Watt	0,219	0,219	0,221	0,222

4.2 GRAFIK DAN ANALISA

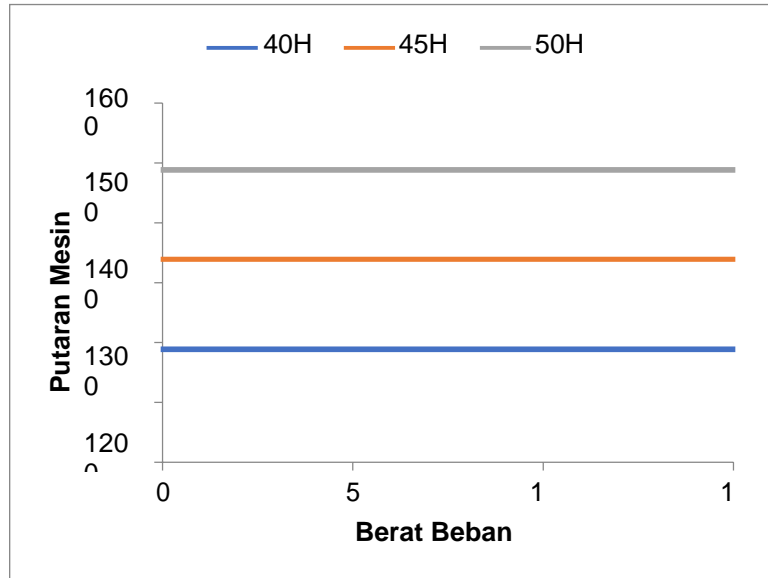
Grafik Perbandingan Beban



Sumber: Dok. Pribadi

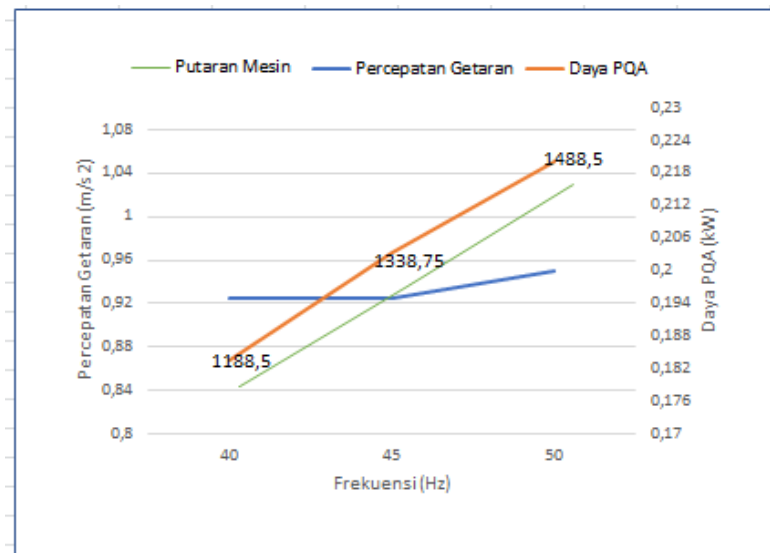
Gambar 4. 1 Grafik Beban

Gambar 4.1 merupakan grafik perbandingan percepatan getaran, dan daya PQA terhadap variasi beban bandul yang diterima poros mesin sebesar 0,5,10,dan 15kg. Grafik diatas menunjukkan peningkatan pada perbandingan percepatan getaran dan daya terhadap variasi beban. Daya meningkat karena konsumsi energi yang diperlukan meningkat untuk menstabilkan poros yang disebabkan beban dan misalghment pada poros. Percepatan getaran juga naik karena beban yang semakin bertambah.



Grafik perbandingan beban dengan putaran mesin

Dari grafik diatas menunjukkan putaran mesin menurun karena semakin banyak atau semakin beratnya pembebanan sehingga putaran mesin semakin menurun kecepatan putarannya.

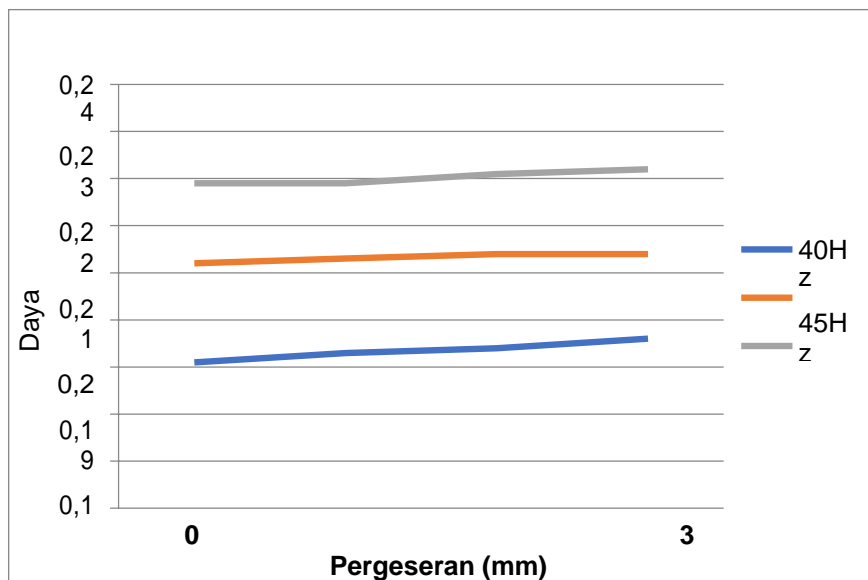


Sumber: Dok Pribadi

Gambar 4. 2 Grafik Frekuensi

Dari grafik 4.2 merupakan perbandingan putaran mesin, percepatan getaran dan daya PQA terhadap variasi frekuensi yang diberikan yaitu 40Hz, 45Hz, dan 50Hz. Grafik diatas dihasilkan dari rata-rata yang telah dihitung dari grafik perbandingan terhadap beban bandul. Grafik diatas menunjukkan garis peningkatan pada putaran mesin, percepatan getaran, dan daya PQA. Peningkatan grafik diatas dikarenakan variasi frekuensi yang diberikan terhadap motor listrik semakin bertambah. Frekuensi dapat mengatur putaran mesin sehingga putaran mesin semakin tinggi, disamping itu daya yang digunakan semakin banyak karena pengaturan frekuensi pada inverter juga semakin meningkat. Percepatan getaran meningkat terkait dengan putaran mesin yang juga meningkat sehingga mengakibatkan getaran pada mesin.

Grafik Perbandingan Pergeseran 3mm dengan Variasi Frekuensi

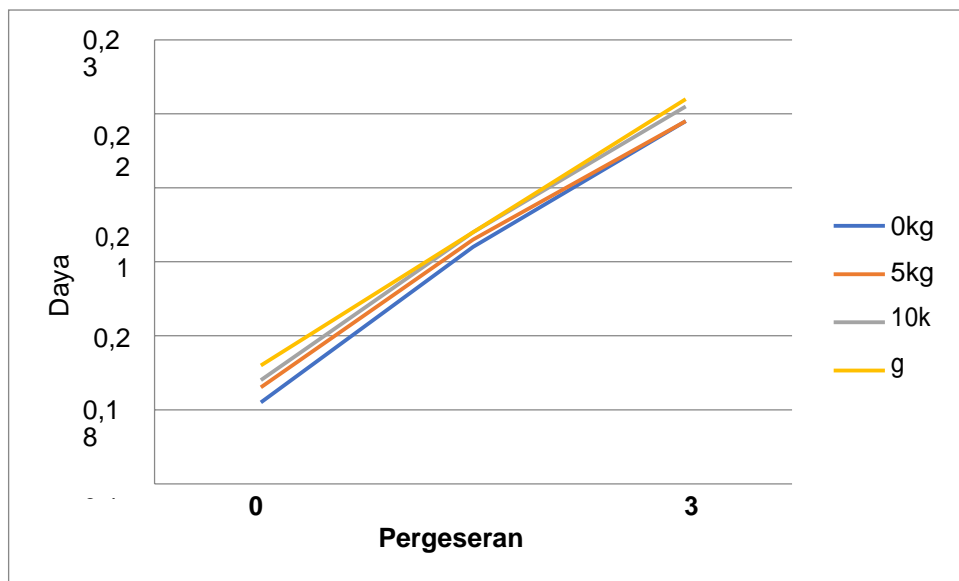


Sumber: Dok Pribadi

Gambar 4. 3 Grafik Pergeseran 3mm dengan Daya Variasi Frekuensi

Dari grafik 4.3 menunjukkan perbandingan antara daya PQA dengan pergeseran 3mm dengan beberapa variasi frekuensi. Grafik di atas menunjukkan peningkatan daya karena kenaikan frekuensi. Pada grafik daya dengan variasi frekuensi, frekuensi rendah maka daya yang diperlukan juga rendah. Pada frekuensi 40Hz daya yang dihasilkan rendah. Pada frekuensi 45Hz daya yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan pada saat frekuensi 40Hz walaupun tidak terlalu banyak. Sedangkan pada saat 50Hz daya yang dihasilkan paling tinggi diantara frekuensi 40Hz dan 45Hz. Semakin tinggi frekuensi maka putaran motor listrik semakin meningkat.

Grafik Perbandingan Pergeseran 3mm Daya dengan Variasi Beban



Sumber: Dok Pribadi

Gambar 4. 4 Grafik Pergeseran 3mm Daya dengan Variasi Beban

Pada grafik 4.4 menunjukkan perbandingan pergeseran 3mm terhadap beban ,yaitu 0,5,10,dan 15kg. Pada grafik diatas terjadi perubahan daya yang signifikan.

Daya meningkat seiring dengan penambahan pembebanan. Pada saat belum ada pembebanan atau 0kg daya yang dihasilkan kecil. Setelah diberi pembebanan dari 5,10 dan 15kg daya semakin naik dan nilainya semakin besar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian motor listrik karena pengaruh *misalignment*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Power Quality Analyzer* (PQA) adalah suatu peralatan ukur yang digunakan untuk mengetahui kualitas daya dari tenaga listrik. Alat ini sangat kompleks, karena dapat mengukur tegangan, arus listrik, frekuensi, daya kompleks, daya aktif, daya reaktif dan factor daya.
2. *Misalignment* adalah ketidaklurusan antara kedua poros. *Misalignment* terjadi karena adanya pergeseran atau penyimpangan salah satu bagian mesin dari garis pusatnya.
3. Putaran mesin, percepatan getaran, dan daya meningkat seiring dengan semakin besarnya frekuensi dan beratnya pembebanan.

5.2 Saran

Ada beberapa saran dari penulis yang berguna untuk meningkatkan kualitas, yang belum dapat direalisasikan oleh penulis, yaitu:

1. Diperlukannya wawasan yang lebih dan juga mencari jurnal-jurnal yang menyangkut tentang *alignment/misalignment* motor listrik.
2. Diperlukannya alat ukur yang sudah terkalibrasi dengan baik agar data yang dihasilkan akurat.
3. Setelah penggunaan alat sebaiknya dikembalikan dan ditata seperti semula agar meminimalisir kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Entek IRD, The Machinery Information Company., 1996, *Dynamic Balancing*, Entek IRD International Company 1700 Edison Dr. Milford Ohio USA.
- Mobley, R. K. (2004). Maintenance Fundamental.
- Awan. 2009. Analisa Vibrasi. Diambil dari (<http://awan05.blogspot.com/2009/12/analisa-vibrasi.html?showComment=1307670547292#c7357796681005109657>)
- Pamungkas, Nur. 2009. Critical Shaft. Diambil dari : <https://noerpamungkas.wordpress.com/2009/09/06/critical-shaft/>. (17 Juni 2017)
- Rianto Tejda Ningrat, Azka. Laporan Praktikum Getaran Mekanis. Depok. Universitas Indonesia
- Schneider Electric. 2019. Installation Guide. PowerLogic Power Meter PM5350
- Saputra, I. (2017). RANCANG BANGUN ALAT PERAGA SIMULASI GETARAN PADA POROS BEPUTAR DENGAN VARIASI PUATARAN DAN VARIASI BEBAN LENGKUNG
- Ulfiana, A. (2010). Analisis Pengaruh Misalignment Terhadap Vibrasi dan Kinerja Motor Induksi. 60-71.
- Vibrasindo. 2013. Apa itu getaran. Diambil dari www.vibrasindo.com
- Yongzhao, Yao., and Huasheng, Zhang., 1999, *Vibration Fault Diagnosis of Gas Compressor and Motor*, Dongming Petrochem Group Co. Ltd.
- www.migas-indonesia.com

LAMPIRAN



Lampiran 1 Pengambilan data



Lampiran 2 Rangkaian Kelistrikan Motor Listrik



Lampiran 3 Penempatan Beban Bandul Pada Poros