



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



# INSPEKSI VIBRASI PADA BEARING TURBIN PLTU 100 MW

SKRIPSI

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Oleh:

**RAIHAN PRATAMASYAH NUGRAHA**  
NIM. 1902421016

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS, 2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



# INSPEKSI VIBRASI PADA BEARING TURBIN PLTU 100 MW

SKRIPSI

Laporan ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

Oleh:

**RAIHAN PRATAMASYAH NUGRAHA**

**NIM: 1902421016**

**PROGRAM STUDI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS, 2023**



*“Skripsi ini penulis dedikasikan kepada kedua orang tua tercinta, Ayah dan Ibu, ketulusannya dari hati atas doa yang tak pernah putus, semangat yang tak ternilai. Teruntuk orang-orang terdekatku yang tersayang, serta untuk Bangsa dan Almamater.”*

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**HALAMAN PERSETUJUAN  
LAPORAN SKRIPSI**

**INSPEKSI VIBRASI PADA BEARING TURBIN PLTU 100MW**

Oleh:  
Raihan Pratamasyah Nugraha  
NIM. 190242106  
Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik

Laporan Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1



Widiyatmoko, S.Si., M.Eng.  
NIP. 198502032018031001

Pembimbing 2



Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T.  
NIP. 197111142006041001

Kepala Program Studi  
Sarjana Terapan Pembangkit  
Tenaga Listrik



Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.  
NIP. 196605191990031002

HALAMAN PENGESAHAN  
SKRIPSI

INSPEKSI VIBRASI PADA BEARING TURBIN PLTU 100MW



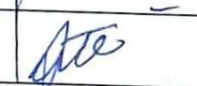
Oleh:

Raihan Pratamasyah Nugraha

NIM. 1902421016

Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 9 Agustus 2023 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik Jurusan Teknik Mesin


| No. | Nama  | Posisi Penguji | Tanda Tangan   | Tanggal |
|-----|---|----------------|--|---------|
| 1.  | Widiyatmoko, S.Si., M.Eng.<br>NIP. 198502032018031001     | Ketua Sidang   |  |         |
| 2.  | Rahmat Subarkah, S.T., M.T.<br>NIP. 197601202003121001    | Penguji 1      |  |         |
| 3.  | Fitri Wijayanti, S.Si., M.Eng.<br>NIP. 198509042014042001 | Penguji 2      |  |         |

Depok, 2 Oktober 2023

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



  
Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE.  
NIP. 197707142008121005

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raihan Pratamasyah Nugraha

NIM : 1902421016

Program Studi : Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Depok, 9 Agustus 2023



Raihan Pratamasyah Nugraha  
NIM. 1902421016



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## INSPEKSI VIBRASI PADA BEARING TURBIN PLTU 100 MW

Raihan Pratamasyah Nugraha<sup>1)</sup>, Widiyatmoko<sup>1)</sup>, Gun Gun Ramdhan Gunadi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424

Email: [raihan.pratamasyahnugraha.tm19@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:raihan.pratamasyahnugraha.tm19@mhs.w.pnj.ac.id)

### ABSTRAK

*Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit listrik yang bekerja mengkonversi energi kinetik uap menjadi energi listrik. Peralatan utama pada PLTU salah satunya ialah turbin. Turbin merupakan peralatan yang sangat kritis yang harus meminimilisir gangguan. Salah satu gangguan pada turbin adalah getaran. Getaran dapat disebabkan dari berbagai sumber. Apabila muncul peningkatan getaran maka inspeksi vibrasi pada turbin perlu dilakukan. Salah satu inspeksi vibrasi dapat dilakukan dengan spektrum vibrasi dan penelusuran secara langsung. Hasil dari pembacaan spektrum didapat indikasi penyebab dari vibrasi adalah unbalance. Hasil dari pengukuran didapat adanya perubahan nilai alignment pada sumbu Y sebesar 0,08 mm, clearance bearing pada bearing 2 sebesar 0,65-0,70 mm sedangkan pada bearing 3 sebesar 0,25-0,35 mm dan ditemukan kondisi rubbing. Dilakukan perbaikan realignment dan polishing pada shaft dan bearing. Hasil perbaikan menunjukkan penurunan vibrasi sehingga misalignment dinyatakan sebagai penyebab vibrasi.*

*Kata kunci: vibrasi, bearing, turbin, spektrum, unbalance, misalignment*

### ABSTRACT

*Steam Power Plant is an electricity generating facility that works by converting the kinetic energy of steam into electrical energy. One of the main equipment in a steam power plant is the turbine. Turbines are very critical equipment that must minimize interference. One of the disturbances in the turbine is vibration. Vibration can be caused by various sources. When an increase in vibration occurs, vibration inspection on the turbine becomes necessary. Vibration inspection can be conducted using vibration spectra and direct observations. The result of spectrum analysis indicates the possible causes of vibration, including unbalance. The result of the measurements revealed a change in the alignment value along the Y-axis by 0.08 mm, bearing clearance in bearing 2 measuring between 0.65-0.70 mm, whereas in bearing 3 it measured between 0.25-0.35 mm, and a rubbing condition was detected. Realignment and polishing were carried out on the shaft and bearing as corrective actions. The repair outcomes demonstrated a reduction in vibration, so that misalignment was stated as the cause of vibration.*

*Keywords: vibration, bearing, turbine, spectrum, unbalance, misalignment*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis diberikan kelancaran untuk menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“INSPEKSI VIBRASI PADA BEARING TURBIN PLTU 100 MW”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya selama membuat skripsi ini hingga menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua Orang tua yang selalu mendoakan dan senantiasa selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam melaksanakan kuliah hingga tahap ini.
3. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin.
5. Bapak Widiyatmoko, S.Si., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi
6. Bapak Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi.
7. Para Mentor yang sudah bantu membimbing dan mengarahkan dan para tenaga ahli daya yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
8. Rekan Pembangkit Tenaga Listrik yang selalu memberi support, semangat dan masukan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
9. Rekan Sepel, Orang-Orang Sukses, Wndgp dan PLS yang selalu memberi support, semangat dan masukan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua orang yang telah berkontribusi yang tidak dapat disebutkan, tanpa mengurangi rasa hormat penulis.





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari atas ketidaksempurnaan skripsi ini. Tetapi penulis tetap berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca. Demi kemajuan penulis, penulis berharap adanya masukan baik kritik atau saran yang membangun.

Depok, 9 Agustus 2023  
Teknik Mesin

Raihan Pratamasyah Nugraha  
NIM. 1902421016





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

|   |           |
|---|-----------|
| HALAMAN PERSETUJUAN .....                                 | iv        |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                   | v         |
| LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....                      | vi        |
| ABSTRAK .....   | vii       |
| KATA PENGANTAR.....                                       | viii      |
| DAFTAR ISI.....   | x         |
| DAFTAR GAMBAR.....  | xi        |
| DAFTAR TABEL .....  | xiv       |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                     | xv        |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                             | <b>1</b>  |
| <b>1.1. Latar Belakang Penelitian.....</b>                | <b>1</b>  |
| <b>1.2. Rumusan Masalah Penelitian .....</b>              | <b>1</b>  |
| <b>1.3. Pertanyaan Penelitian.....</b>                    | <b>2</b>  |
| <b>1.4. Tujuan Penelitian .....</b>                       | <b>2</b>  |
| <b>1.5. Manfaat Penelitian.....</b>                       | <b>2</b>  |
| <b>1.6. Sistematika Penulisan Skripsi.....</b>            | <b>3</b>  |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                      | <b>4</b>  |
| <b>2.1. Landasan Teori.....</b>                           | <b>4</b>  |
| 2.1.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....                 | 4         |
| 2.1.2. Turbin Uap .....                                   | 4         |
| 2.1.3. Instrumentasi Turbin Uap.....                      | 6         |
| 2.1.4. Pemeliharaan Mesin.....                            | 8         |
| 2.1.5. Vibrasi .....                                      | 9         |
| 2.1.6. Parameter Getaran.....                             | 10        |
| 2.1.7. <i>Amplitudo Descriptors</i> .....                 | 12        |
| 2.1.8. Transduser .....                                   | 12        |
| 2.1.9. Pemilihan Sensor Getaran.....                      | 14        |
| 2.1.10. Pemasangan Sensor Getaran .....                   | 15        |
| 2.1.11. Sinyal Getaran.....                               | 16        |
| 2.1.12. Analisis Data Domain Frekuensi .....              | 19        |
| 2.1.13. Macam – Macam Kerusakan pada Mesin Berputar ..... | 21        |
| 2.1.14. Metode Analisa Spektrum Vibrasi .....             | 23        |
| 2.1.15. Standar Analisa .....                             | 24        |
| <b>2.2. Kajian Literatur.....</b>                         | <b>24</b> |



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 2.3.  | Kerangka Pemikiran dan Pengembangan Hipotesis .....           | 28        |
| 2.3.1.                                      | Kerangka Pemikiran.....                                       | 28        |
| 2.3.2.                                      | Pengembangan Hipotesis .....                                  | 28        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>      |   | <b>29</b> |
| 3.1.  | Jenis Penelitian.....   | 29        |
| 3.1.1                                       | Diagram Alir .....  | 29        |
| 3.2.  | Objek Penelitian.....   | 30        |
| 3.3.  | Metode Pengambilan Sampel.....                                | 30        |
| 3.4.  | Jenis dan Sumber Data Penelitian.....                         | 30        |
| 3.5.  | Metode Pengumpulan Data.....                                  | 30        |
| 3.6.  | Metode Analisa Data.....                                      | 31        |
| <b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b> |   | <b>32</b> |
| 4.1.  | Trend Vibrasi.....  | 32        |
| 4.2.  | Spektrum Vibrasi.....   | 33        |
| 4.2.1                                       | HP Turbine Rear Bearing (Bearing 2).....                      | 33        |
| 4.2.2                                       | LP Turbine Front Bearing (Bearing 3) .....                    | 35        |
| 4.2.3                                       | Pengukuran dan Temuan .....                                   | 36        |
| 4.3.  | Hasil Analisa.....  | 39        |
| 4.4.  | Perbaikan.....  | 39        |
| 4.4.1                                       | Pengukuran Setelah Perbaikan.....                             | 39        |
| 4.5.  | Trend Vibrasi.....  | 41        |
| 4.6.  | Spektrum Vibrasi Setelah Perbaikan.....                       | 42        |
| 4.6.1                                       | HP Turbine Rear Bearing (Bearing 2).....                      | 42        |
| 4.6.2                                       | LP Turbine Front Bearing (Bearing 3) .....                    | 44        |
| 4.7.  | Perbandingan Nilai Vibrasi Sebelum dan Sesudah Perbaikan..... | 45        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>     |   | <b>47</b> |
| 5.1.  | Kesimpulan.....   | 47        |
| 5.2.  | Saran .....   | 47        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                 |   | <b>48</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                        |   | <b>50</b> |



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Jenis Instrumentasi pada Turbin.....                               | 6  |
| Gambar 2.2 Penempatan Sensor Vibrasi.....                                     | 7  |
| Gambar 2.3 Sistem Getaran pada Sebuah Pegas.....                              | 10 |
| Gambar 2.4 Frekuensi Getaran .....  | 11 |
| Gambar 2.5 Deskriptor Amplitudo.....  | 12 |
| Gambar 2.6 Daerah Sinyal Frekuensi .....                                      | 15 |
| Gambar 2.7 Lokasi Sensor Getaran .....  | 16 |
| Gambar 2.8 Domain Waktu.....  | 16 |
| Gambar 2.9 Kombinasi Antara 2 Buah Getaran Dalam Domain Waktu.....            | 17 |
| Gambar 2.10 Domain Frekuensi .....  | 17 |
| Gambar 2.11 Hubungan Antara Data Domain Waktu dengan Domain Frekuensi .....   | 18 |
| Gambar 2.12 Kombinasi Gelombang dalam Domain Waktu dan Domain Frekuensi ..... | 19 |
| Gambar 2.13 Hubungan Antara Domain Waktu dengan Domain Frekuensi .....        | 20 |
| Gambar 2.14 Analisa Vibrasi .....   | 23 |
| Gambar 2.15 ISO 10816 .....   | 24 |
| Gambar 2.16 ISO 2372 .....  | 24 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir .....   | 29 |
| Gambar 3.2 Posisi <i>Bearing</i> pada Turbin.....                             | 30 |
| Gambar 4.1 Trend Vibrasi <i>Bearing</i> 2 .....                               | 32 |
| Gambar 4.2 Trend Vibrasi <i>Bearing</i> 3 .....                               | 32 |
| Gambar 4.3 <i>Bearing</i> 2 Horizontal.....                                   | 33 |
| Gambar 4.4 <i>Bearing</i> 2 Vertikal .....                                    | 34 |
| Gambar 4.5 <i>Bearing</i> 2 Aksial.....                                       | 34 |
| Gambar 4.6 <i>Bearing</i> 3 Horizontal.....                                   | 35 |
| Gambar 4.7 <i>Bearing</i> 3 Vertikal .....                                    | 35 |
| Gambar 4.8 <i>Bearing</i> 3 Aksial.....                                       | 36 |
| Gambar 4.9 Perubahan <i>alignment</i> .....                                   | 36 |
| Gambar 4.10 <i>Clearance bearing</i> 2.....                                   | 37 |
| Gambar 4.11 <i>Clearance bearing</i> 3.....                                   | 38 |
| Gambar 4.12 Temuan rubbing.....   | 38 |
| Gambar 4.13 <i>Final Alignment</i> .....                                      | 40 |



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4.14 <i>Clearance Bearing 2</i> setelah perbaikan .....     | 40 |
| Gambar 4.15 <i>Clearance Bearing 3</i> setelah perbaikan .....     | 41 |
| Gambar 4.16 <i>Trend Vibrasi Bearing 2</i> Setelah Perbaikan ..... | 41 |
| Gambar 4.17 <i>Bearing 2</i> Horizontal Setelah Perbaikan .....    | 42 |
| Gambar 4.18 <i>Bearing 2</i> Vertikal Setelah Perbaikan.....       | 43 |
| Gambar 4.19 <i>Bearing 2</i> Aksial Setelah Perbaikan.....         | 43 |
| Gambar 4.20 <i>Bearing 3</i> Horizontal Setelah Perbaikan .....    | 44 |
| Gambar 4.21 <i>Bearing 3</i> Vertikal Setelah Perbaikan.....       | 44 |
| Gambar 4.22 <i>Bearing 3</i> Aksial Setelah Perbaikan.....         | 45 |



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

|   |    |
|---|----|
| Tabel 4.1 <i>HP Turbine Rear Bearing (Bearing 2)</i> .....  | 45 |
| Tabel 4.2 <i>LP Turbine Front Bearing (Bearing 3)</i> ..... | 46 |





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. <i>Vibration Diagnostic Chart</i> .....                 | 50 |
| Lampiran 2. Spektrum Vibrasi Sebelum Perbaikan .....                | 55 |
| Lampiran 3. <i>Initial Inspection Maintenance Report 2022</i> ..... | 61 |
| Lampiran 4. <i>Final Aligment After Maintenance</i> .....           | 77 |
| Lampiran 5. Spektrum Vibrasi Setelah perbaikan.....                 | 78 |





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Penelitian

Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) adalah jenis pembangkit yang menggunakan energi kinetik *steam* untuk menghasilkan energi listrik. Komponen utama PLTU untuk membangkitkan listrik ada generator dan turbin uap.

Turbin uap bekerja dengan mengkonversi energi kinetik *steam* menjadi putaran poros turbin (energi mekanik). Turbin uap digunakan pada banyak bidang, seperti transportasi, industri dan pembangkit listrik. Turbin uap merupakan mesin dengan tingkat kekritisian yang tinggi, sehingga malfungsi atau kerusakan pada turbin menyebabkan kerugian yang besar. Salah satu gangguan yang harus dikendalikan pada turbin uap adalah vibrasi.

Vibrasi atau getaran dapat disebabkan berbagai macam sumber. Vibrasi pada sebuah mesin tidak bisa dihilangkan tapi memiliki batasan standar yang sudah ditetapkan. Apabila terjadi kenaikan vibrasi maka perlu dilakukannya inspeksi mencari sumber dari vibrasi tersebut. Salah satu inspeksi vibrasi yaitu pengukuran secara langsung menggunakan alat *vibration analyzer*.

Pada PLTU 100 MW ditemukan kenaikan vibrasi pada *HP turbine rear bearing (bearing 2)* dan *LP turbine front bearing (bearing 3)*. Hal ini dapat diamati dari *central control room (CCR)*. Setelah adanya indikasi kenaikan vibrasi maka dilakukan pengukuran langsung pada *bearing 2* dan *3* yang berjenis *journal bearing*. Hasil dari pengamatan langsung di lapangan dapat dilakukan analisis dan diagnosa untuk memprediksi penyebab kerusakan dan solusi yang dapat dilakukan guna menurunkan vibrasi yang terjadi.

### 1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Munculnya peringatan pada CCR menjadi hal yang harus ditelusuri sumber masalah yang terjadi. Peringatan kenaikan vibrasi muncul pada





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*bearing* 2 dan 3. Hal tersebut perlu dilakukan pengukuran langsung pada sumber kenaikan vibrasi menggunakan *vibration analyzer* dengan keluaran spektrum vibrasi. Hasil pengukuran tersebut dapat menjadi indikasi awal dari penyebab kenaikan vibrasi. Hasil indikasi perlu dilakukan penelusuran lebih lanjut sehingga mendapatkan penanganan yang tepat.

Berdasarkan rumusan masalah diatas, berikut ini merupakan batasan masalah yang dibuat:

1. Penelitian ini dilaksanakan pada PLTU 100 MW.
2. Penelitian ini membahas tentang *bearing* turbin 2 dan 3 turbin uap pada PLTU 100 MW.
3. Tren data vibrasi pada CCR dan data riwayat *overhaul* 2023.

**1.3. Pertanyaan Penelitian**

1. Apa hasil analisa spektrum vibrasi *bearing* 2 dan 3 turbin uap pada PLTU 100 MW?
2. Indikasi apa yang menjadi penyebab terjadinya vibrasi pada *bearing* 2 dan 3 turbin uap pada PLTU 100 MW?
3. Langkah apa yang dapat dilakukan untuk menangani vibrasi pada *bearing* 2 dan 3 turbin uap pada PLTU 100 MW?

**1.4. Tujuan Penelitian**

1. Mendapatkan hasil analisa spektrum vibrasi berdasarkan *bearing* 2 dan 3 turbin uap pada PLTU 100 MW
2. Menentukan penyebab dari vibrasi pada *bearing* 2 dan 3 turbin uap pada PLTU 100 MW.
3. Menentukan langkah yang dilakukan untuk dilakukan penanganan pada *bearing* 2 dan 3 turbin uap pada PLTU 100 MW.

**1.5. Manfaat Penelitian**

- a. Mahasiswa  
Meningkatkan kemampuan analisis mengenai analisa vibrasi *bearing* turbin.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- b. Politeknik Negeri Jakarta

Menjadi media pembelajaran tambahan dalam analisa vibrasi *bearing* turbin.

- c. PLTU 100 MW

Memberikan informasi tambahan mengenai analisa *bearing* turbin 2 dan 3 turbin uap pada PLTU 100 MW.

### 1.6. Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika penulisan pada penelitian ini mengacu pada ketentuan berikut ini:

#### BAB I Pendahuluan

Merupakan bagian awal dari penelitian yang menjabarkan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

#### BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas kajian pustaka yang menunjang penelitian / penyusunan yang meliputi pembahasan topik yang akan dikaji lebih lanjut dalam penulisan ini.

#### BAB III Metode Penelitian

Bab ini membahas mengenai metode yang digunakan untuk pemecahan masalah dalam penelitian yang meliputi prosedur, pengambilan sampel, pengumpulan data, teknis pengolahan dan analisis data.

#### BAB IV Analisis dan Pembahasan

Bab ini membahas hasil dari penelitian pada yang menjabarkan langkah perhitungan serta analisis hasil yang didapatkan dari perhitungan.

#### BAB V kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bagian penutup yang berisikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan kajian yang dilakukan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, maka pada bagian ini dapat dipaparkan kesimpulan yang diperoleh, yaitu sebagai berikut:

1. Trend vibrasi *HP turbine rear bearing* dalam kondisi *satisfactory* pada axis Y, *LP turbine front bearing* dalam kondisi *unacceptable* pada axis Y dan kondisi *satisfactory* pada axis X. Pada spektrum vibrasi didapatkan indikasi *unbalance*. Hal ini didasari dengan muncul frekuensi dominan pada  $1x\ rpm$  pada setiap sisi.
2. Berdasarkan hasil pengukuran dan penelusuran langsung didapatkan:
  - a. Perubahan *alignment* pada sumbu Y kearah atas sejauh 0,08mm yang menyebabkan *misalignment*.
  - b. Perubahan *clearance bearing*, pada *bearing 2* sebesar 0,65mm-70mm sedangkan pada *bearing 3* sebesar 0,25mm-0,35 mm.
  - c. Ditemukan kondisi *rubbing* saat dilakukan inspeksi.
3. Perbaikan yang dapat dilakukan berupa pengecekan dan *polishing shaft, bearing 2* dan *3*, melakukan *realignment* pada HP dan LP Turbin. Pada perbaikan tersebut didapatkan penurunan vibrasi yang dilihat dari trend vibrasi *bearing 2* pada sumbu Y sebesar 106,6  $\mu m$  dan juga melalui spektrum vibrasi mengalami penurunan. Sehingga penyebab vibrasi yang terjadi merupakan *misalignment*.

#### 5.2. Saran

1. Pengukuran vibrasi pada *front* dan *rear bearing* pada HP dan LP untuk memastikan kembali jenis *unbalance* yang terjadi.
2. Perlu dilakukan penelusuran lebih lanjut terhadap *bent shaft* setelah melihat adanya indikasi pada spektrum sisi aksial.
3. Penggantian *bearing* jika kondisi sangat buruk.
4. Analisa pelumas karena terjadi *rubbing*, sehingga material yang terkikis terbawa oleh pelumas.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afdal, R. A. (2021). *Bearing Vibration Analysis on Steam Turbine. International Journal of Science and Research*, 10(12), 554–560.
- Ahmad, M. F. (2018). *Hubungan Getaran Terhadap Produktivitas dengan Keluhan Carpal Tunnel Syndrome sebagai Variabel Intervening*.
- Bently Donald, E. (2002). *Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics. Library of Congress Control Number 2002094136. Bently Pressurized Bearing Company, Printed in Canada*.
- Budiawan, I., Parno, R., & Prasetyo, P. (2019). Inspeksi Getaran pada Turbin Uap Penggerak Pompa di Industri Pupuk. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(1), 7–14.
- Corder, A., & Hadi, K. (1996). *Teknik manajemen pemeliharaan*.
- De Silva, C. W. (2006). *Vibration: fundamentals and practice*. CRC press.
- Dimarogonas, A. D. (1996). *Vibration for engineers*. Prentice Hall.
- Erapabrianto, E., Badaruddin, B., & Heryanto, H. (2019). Analisis Penyebab Vibrasi Abnormal Generator PLTG 4.1 PADA PT. PJB Unit Pembangkitan Muara Tawar. *Jurnal Teknologi Elektro*, 10(2), 137–144.
- Higgins, L. R., & Keith, R. (2002). *Maintenance engineering handbook McGraw-Hill, 6th. Edition, New York*.
- Himawan, N. (2021). *Root Cause Analysis Terjadinya Vibrasi Berlebih pada Motor 3 Fasa. Politeknik Negeri Jakarta*.
- Kusumadewi, A. (2022). *Analisa Spektrum Vibrasi Kerusakan Bearing pada Pompa Diesel Fire Fighting PT PJB UP Muara Tawar. Politeknik Negeri Jakarta*.
- Marsudi, D. (2005). *Pembangkitan energi listrik*.
- Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance*. Elsevier.
- Permana, H. E., Isranuri, I., Sabri, M., & Nasution, D. M. (2019). *Analisa Data Vibrasi untuk Klasifikasi Kerusakan Kompresor Turbin Gas pada PT. PLN Sektor Pembangkitan Belawan. Dinamis*, 7(4), 10.
- Rao, S. S., & Yap, F. F. (1995). *Mechanical vibrations (Vol. 4)*. Addison-Wesley New York.
- Rarianto, E. (2016). *Analisis Vibrasi untuk Mendeteksi Kerusakan pada Turbin Uap UBB Pabrik III di PT . Petrokimia Gresik. Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Rooney, J. J., & Heuvel, L. N. Vanden. (2004). *Root cause analysis for beginners. Quality Progress*, 37(7), 45–56.
- Santoso, K. J. (2019). *Analisis Misalignment dengan Vibration Trend Analysis*.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana, 8(3), 82–92.

Surindra, M. D. (2015). Evaluasi Spektrum Vibrasi Kerusakan Misalignment Shaft dan Nilai Investasi Balancing Shaft pada Booster Pump BFP. *Engineering: Jurnal Bidang Teknik*, 6(1).

Taylor, J. I. (2005). *The vibration analysis handbook*.

Mobius, C. monitoring. (2005). *Vibration training course book*. Mobius Institute.

UAP, P. P. L. T. (2019). Analisa Data Vibrasi untuk Mengidentifikasi Kondisi Dan Syptom pada Turbin Gas Siemens V 94.2. *Jurnal Dinamis*, 7(2).

Wardjito, W., & Cahyo, H. (2015). Optimalisasi Analisa Vibrasi untuk Mendeteksi Gejala Misalignment pada Mesin Berputar. *Wahana Teknik*, 4(1).

Widyhutomo, P. N., Mardiansyah, D., & Ridwan, E. (2019). Analisis Kegagalan Combustion Chamber Aeroderivative Gas Turbine dengan Metode FMEA dan RCFA. *Seminar Nasional Teknik Mesin*, 9(1), 1100–1108.

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



LAMPIRAN

Lampiran 1. *Vibration Diagnostic Chart*

**TABLE I**  
**ILLUSTRATED VIBRATION DIAGNOSTIC CHART**

| PROBLEM SOURCE                               | TYPICAL SPECTRUM | PHASE RELATIONSHIP | REMARKS  |
|--|------------------|--------------------|--|
| <b>MASS UNBALANCE</b>                        |                  |                    |  |
| <b>A. FORCE UNBALANCE</b>                    |                  |                    | Force Unbalance will be in-phase and steady. Amplitude due to unbalance will increase by the square of speed below first rotor critical (a 3X speed increase = 9X higher vibration). 1X RPM always present and normally dominates spectrum. Can be corrected by placement of only one balance correction weight in one plane at Rotor center of gravity (CG). Approx. 0° phase difference should exist between OB & IB horizontals, as well as between OB & IB verticals. Also, approx. 90° phase difference between horizontal & vertical readings usually occurs on each bearing of unbalanced rotor (± 30°).  |
| <b>B. COUPLE UNBALANCE</b>                   |                  |                    | Couple Unbalance results in 180° out-of-phase motion on same shaft, 1X RPM always present and normally dominates spectrum. Amplitude varies with square of increasing speed below first rotor critical speed. May cause high axial vibration as well as radial. Correction requires placement of balance weights in at least 2 planes. Note that approx. 180° phase difference should exist between OB & IB horizontals, as well as between OB & IB verticals. Also, approx. ± 90° difference between the horizontal & vertical phase readings on each bearing usually occurs (± 30°).   |
| <b>C. DYNAMIC UNBALANCE</b>                  |                  |                    | Dynamic Unbalance is the dominant type of unbalance found and is a combination of both force and couple unbalance. 1X RPM dominates the spectrum, and truly requires 2 plane correction. Here, the radial phase difference between outboard and inboard bearings can range anywhere from 0° to 180°. However, the horizontal phase difference should closely match the vertical phase difference, when comparing outboard and inboard bearing measurements (± 30°). Secondly, if unbalance predominates, roughly a 90° phase difference usually results between the horizontal and vertical readings on each bearing (± 40°).  |
| <b>D. OVERHUNG ROTOR UNBALANCE</b>           |                  |                    | Overhung Rotor Unbalance causes high 1X RPM in both Axial and Radial directions. Axial readings tend to be in-phase whereas radial phase readings might be steady. However, the horizontal phase differences will usually match the vertical phase differences on the unbalanced rotor (± 30°). Overhung rotors have both force and couple unbalance, each of which will likely require correction. Thus, correction weights will most always have to be placed in 2 planes to counteract both force and couple unbalance.   |
| <b>ECCENTRIC ROTOR</b>                       |                  |                    | Eccentricity occurs when center of rotation is offset from geometric centerline of a pulley, gear, bearing, rotor armature, etc. Largest vibration occurs at 1X RPM of eccentric component in a direction thru centerlines of the two rotors. Comparative horizontal and vertical phase readings usually differ either by 0° or by 180° (each of which indicates straight-line motion). Attempts to balance eccentric rotors often result in reducing vibration in one radial direction, but increasing it in the other radial direction (depending on amount of eccentricity).  |
| <b>BENT SHAFT</b>                            |                  |                    | Bent shaft problems cause high axial vibration with axial phase differences tending towards 180° on the same machine component. Dominant vibration normally occurs at 1X if bent near shaft center, but at 2X if bent near the coupling. (Be careful to account for transducer orientation for each axial measurement if you reverse probe direction.) Use dial indicators to confirm bent shaft.  |
| <b>MISALIGNMENT</b>                          |                  |                    |  |
| <b>A. ANGULAR MISALIGNMENT</b>               |                  |                    | Angular Misalignment is characterized by high axial vibration, 180° out-of-phase across the coupling. Typically will have high axial vibration with both 1X and 2X RPM. However, not unusual for either 1X, 2X or 3X to dominate. These symptoms may also indicate coupling problems as well. Severe angular misalignment may excite many 1X RPM harmonics. Unlike Mechanical Looseness Type 3, these multiple harmonics do not typically have a raised noise floor on the spectra.  |
| <b>B. PARALLEL MISALIGNMENT</b>              |                  |                    | Offset Misalignment has similar vibration symptoms to Angular; but shows high radial vibration which approaches 180° out-of-phase across coupling. 2X often larger than 1X, but its height relative to 1X is often dictated by coupling type and construction. When either Angular or Radial Misalignment becomes severe, they can generate either high amplitude peaks at much higher harmonics (4X-8X), or even a whole series of high frequency harmonics similar in appearance to mechanical looseness. Coupling type and material will often greatly influence the entire spectrum when misalignment is severe. Does not typically have raised noise floor.   |
| <b>C. MISALIGNED BEARING COCKED ON SHAFT</b> |                  |                    | Cocked Bearing will generate considerable axial vibration. Will cause Twisting Motion with approximately 180° phase shift top to bottom and/or side to side as measured in axial direction on same bearing housing. Attempts to align coupling or balance the rotor will not alleviate problem. Bearing usually must be removed and correctly installed.   |
| <b>RESONANCE</b>                             |                  |                    | Resonance occurs when a Forcing Frequency coincides with a System Natural Frequency, and can cause dramatic amplitude amplification, which might result in premature, or even catastrophic failure. This may be a natural frequency of the rotor, but can often originate from support frame, foundation, gearbox or even drive belts. If a rotor is at or near resonance, it can be almost impossible to balance due to the great phase shift it experiences (90° at resonance; nearly 180° when passes thru). Often requires changing natural frequency to a higher or lower frequency. Natural Frequencies do not generally change with a change in speed which helps facilitate their identification (unless on a large plain bearing machine or on a rotor which has significant overhang). |

- Hak Cipta :**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  - Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

# TABLE I ILLUSTRATED VIBRATION DIAGNOSTIC CHART

| PROBLEM SOURCE  | TYPICAL SPECTRUM  | PHASE RELATIONSHIP                                   | REMARKS   |
|---|---|--|---|
| <b>MECHANICAL LOOSENESS</b>                           | <p>1X RADIAL<br/>TYPE A</p>   | <p>BASE PLATE<br/>MACHINE FOOT<br/>CONCRETE BASE</p> | <p>Mechanical Looseness is indicated by either Type A, B or C vibration spectra.</p> <p><b>Type A</b> is caused by Structural looseness/weakness of machine feet, baseplate or foundation; also by deteriorated grouting, loose hold-down bolts at the base; and distortion of the frame or base (i.e., soft foot). Phase analysis may reveal approx. 90° to 180° phase difference between vertical measurements on bolt, machine foot, baseplate or base itself.</p> <p><b>Type B</b> is generally caused by loose pillowblock bolts, cracks in frame structure or in bearing pedestal.</p> <p><b>Type C</b> is normally generated by improper fit between component parts which will cause many harmonics due to nonlinear response of loose parts to dynamic forces from rotor. Causes a truncation of time waveform and a raised noise floor in the spectrum. Type C is often caused by a bearing liner loose in its cap, a bearing loose and turning on its shaft, excessive clearance in either a sleeve or rolling element bearing, a loose impeller on a shaft, etc. Type C Phase is often unstable and may vary widely from one measurement to next, particularly if rotor shifts position on shaft from one startup to next. Mechanical Looseness is often highly directional and may cause very different readings when comparing levels at 30° increments in radial direction all the way around one bearing housing. Also, note that looseness will often cause subharmonic multiples at exactly 1/2 or 1/3X RPM (.5X, 1.5X, 2.5X, etc.).</p>  |
|   | <p>1X 2X 3X 5X 1.5X 2X RADIAL<br/>TYPE B</p>  |  |   |
|   | <p>NOTE RAISED NOISE FLOOR INDICATING LOOSENESS</p> <p>1X 2X 3X 4X 5X 6X 7X 8X 9X 10X RADIAL<br/>TYPE C</p>   |  |   |
| <b>ROTOR RUB</b>                                      | <p>TRUNCATED FLATTENED WAVEFORM</p> <p>.5X 1X 2X 2.5X 3X 3.5X 4X 4.5X 5X RADIAL</p>   |  | <p>Rotor Rub produces similar spectra to Mechanical Looseness when rotating parts contact stationary components. Rub may be either partial or throughout the entire shaft revolution. Usually generates a series of frequencies, often exciting one or more resonances. Often excites integer fraction subharmonics of running speed (1/2, 1/3, 1/4, 1/5...1/n), depending on location of rotor natural frequencies. Rotor rub can excite many high frequencies (similar to wide-band noise when chalk is dragged along a blackboard). It can be very serious and of short duration if caused by shaft contacting bearing babbit. A full annular rub throughout an entire shaft revolution can induce "reverse precession" with the rotor writing at critical speed in a direction opposite shaft rotation (inherently unstable which can lead to catastrophic failure).</p>  |
| <b>JOURNAL BEARINGS</b><br>A. WEAR/CLEARANCE PROBLEMS | <p>1X 2X 3X 4X 5X 6X 7X RADIAL</p> <p>NOTE RAISED NOISE FLOOR INDICATING CLEARANCE/LOOSENESS.</p>   |  | <p>Later stages of journal bearing wear are normally evidenced by presence of whole series of running speed harmonics (up to 10 or 20). Wiped journal bearings often will allow high vertical amplitudes compared to horizontal, but, may show only one pronounced peak at 1X RPM. Journal bearings with excessive clearance may allow a minor unbalance and/or misalignment to cause high vibration which would be much lower if bearing clearances were set to spec.</p>  |
|   | B. OIL WHIRL INSTABILITY  | <p>(.40 - .48 X RPM)<br/>1X RADIAL</p>               |   |
| C. OIL WHIP INSTABILITY                               | <p>Oil Whirl, Oil Whip, Mass Imbalance, Rotor Speed, Critical Speed, Frequency</p>  |  | <p>Oil Whip may occur if machine operated at or above 2X rotor critical frequency. When rotor brought up to twice critical speed, whirl will be very close to rotor critical and may cause excessive vibration that oil film may no longer be capable of supporting. Whirl speed will actually "lock onto" rotor critical and this peak will not pass through it even if machine is brought to higher and higher speeds. Produces a lateral forward precessional subharmonic vibration at rotor critical frequency. Inherently unstable which can lead to catastrophic failure.</p>   |
| <b>ROLLING ELEMENT BEARINGS</b><br>(4 Failure Stages) | <p><b>DOMINANT FAILURE SCENARIO</b></p> <p>ZONE A BEARING DEFECT BEARING COMP. STRESS ENERGY (MFD)</p> <p>ZONE B NATURAL FREQ. REGION</p> <p>ZONE C</p> <p>ZONE D</p> |  | <p><b>4 ROLLING ELEMENT BEARING FAILURE STAGES</b></p> <p><b>STAGE 1:</b> Earliest indications of bearing problems appear in ultrasonic frequencies ranging from about 250,000 - 350,000 Hz; later, as wear increases, usually drops to approximately 20,000 - 60,000 Hz (1,200,000 - 3,600,000 CPM). These are frequencies evaluated by Spike Energy (gSE), HFD(g) and Shock Pulse (dB). For example, spike energy may first appear at about .25 gSE in Stage 1 (actual value depending on measurement location and machine speed). Acquiring high frequency enveloped spectra confirms whether or not bearing is in Failure Stage 1.</p> <p><b>STAGE 2:</b> Slight bearing defects begin to "ring" bearing component natural frequencies (f<sub>n</sub>) which predominantly occur in 30K - 120K CPM range. Such natural frequencies may also be resonances of bearing support structures. Sideband frequencies appear above and below natural frequency peak at end of Stage 2. Overall spike energy grows (for example, from .25 to .50 gSE).</p> <p><b>STAGE 3:</b> Bearing defect frequencies and harmonics appear. When wear progresses, more defect frequency harmonics appear and number of sidebands grow, both around these and bearing component natural frequencies. Overall spike energy continues to increase (for example, from .5 to over 1 gSE). Wear is now usually visible and may extend throughout periphery of bearing, particularly when many well formed sidebands accompany bearing defect frequency harmonics. High frequency demodulated and enveloped spectra help confirm Stage III. <b>Replace bearings now! (Independent of bearing defect frequency amplitudes in vibration spectra).</b></p> <p><b>STAGE 4:</b> Towards the end, amplitude of 1X RPM is even affected. It grows, and normally causes growth of many running speed harmonics. Discrete bearing defect and component natural frequencies actually begin to "disappear" and are replaced by random, broadband high frequency "noise floor". In addition, amplitudes of both high frequency noise floor and spike energy may in fact decrease; but just prior to failure, spike energy and HFD will usually grow to excessive amplitudes.</p> |

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

# TABLE I ILLUSTRATED VIBRATION DIAGNOSTIC CHART

| PROBLEM SOURCE                           | TYPICAL SPECTRUM   | REMARKS   |
|--|--|---|
| <b>HYDRAULIC AND AERODYNAMIC FORCES</b>  |  |   |
| <b>A. BLADE PASS &amp; VANE PASS</b>     | <p style="text-align: center;"><math>BPF = \# \text{ BLADES} \times RPM</math></p>   | <p>Blade Pass Frequency (BPF) = No. of Blades (or Vanes) X RPM. This frequency is inherent in pumps, fans and compressors, and normally does not present a problem. However, large amplitude BPF (and harmonics) can be generated in pump if gap between rotating vanes and stationary diffusers is not equal all the way around. Also, BPF (or harmonic) sometimes can coincide with a system natural frequency causing high vibration. High BPF can be generated if impeller wear ring seizes on shaft, or if welds fastening diffuser vanes fail. Also, high BPF can be caused by abrupt bends in pipe (or duct), obstructions which disturb flow, damper settings or if pump or fan rotor is positioned eccentrically within housing.</p>   |
| <b>B. FLOW TURBULENCE</b>                | <p style="text-align: center;"><math>BPF = \text{BLADE OR VANE PASS FREQUENCY}</math></p>  | <p>Flow Turbulence often occurs in blowers due to variations in pressure or velocity of the air passing thru the fan or connected ductwork. This flow disruption causes turbulence which will generate random, low frequency vibration, typically in the range of 50 to 2000 CPM. If surging occurs within a compressor, random broadband high frequency vibration can occur. Excessive turbulence can also excite broadband high frequency.</p>  |
| <b>C. CAVITATION</b>                     | <p style="text-align: right;">120K CPM</p>   | <p>Cavitation normally generates random, higher frequency broadband energy which is sometimes superimposed with blade pass frequency harmonics. Normally indicates insufficient suction pressure (starvation). Cavitation can be quite destructive to pump internals if left uncorrected. It can particularly erode impeller vanes. When present, it often sounds as if "gravel" is passing thru pump. Cavitation is usually caused by insufficient inlet flow. Can occur during one survey, and be absent the next survey (if changes in suction valve settings are made).</p>   |
| <b>GEARS</b>                             |  |   |
| <b>A. NORMAL SPECTRUM</b>                | <p style="text-align: center;"><math>GMF = \# T_g \times RPM_g = \# T_p \times RPM_p</math></p>  | <p>Normal Spectrum shows Gear &amp; Pinion Speeds, along with Gear Mesh Frequency (GMF) and very small GMF harmonics. GMF harmonics commonly will have running speed sidebands around them. All peaks are of low amplitude, and no natural frequencies of gears are excited. <math>F_{MAX}</math> recommended at 3.25X GMF (minimum) when # teeth are known. If tooth count is not known, set <math>F_{MAX}</math> at 200X RPM on each shaft.</p>   |
| <b>B. TOOTH WEAR</b>                     |  | <p>Key indicator of Tooth Wear is excitation of Gear Natural Frequency (<math>f_n</math>), along with sidebands around it spaced at the running speed of the bad gear. Gear Mesh Frequency (GMF) may or may not change in amplitude, although high amplitude sidebands and number of sidebands surrounding GMF usually occur when wear is noticeable. Sidebands may be better wear indicator than GMF frequencies themselves. Also, high amplitudes commonly occur at either 2XGMF or at 3XGMF (esp. 3XGMF), even when GMF amplitude is acceptable.</p>   |
| <b>C. TOOTH LOAD</b>                     |  | <p>Gear Mesh Frequencies are often very sensitive to load. High GMF amplitudes do not necessarily indicate a problem, particularly if sideband frequencies remain low level, and no gear natural frequencies are excited. Each Analysis should be performed with system at maximum operating load for meaningful spectral comparisons.</p>  |
| <b>D. GEAR ECCENTRICITY AND BACKLASH</b> |  | <p>Fairly high amplitude sidebands around GMF harmonics often suggest gear eccentricity, backlash, or non-parallel shafts which allow the rotation of one gear to "modulate" either the GMF amplitude or the running speed of the other gear. The gear with the problem is indicated by the spacing of the sideband frequencies. Also, 1X RPM level of eccentric gear will normally be high if eccentricity is the dominant problem. Improper backlash normally excites GMF harmonics and Gear Natural Frequency, both of which will be sidebanded at 1X RPM. GMF amplitudes will often decrease with increasing load if backlash is the problem.</p>   |
| <b>E. GEAR MISALIGNMENT</b>              |  | <p>Gear Misalignment almost always excites second order or higher GMF harmonics which are sidebanded at running speed. Often will show only small amplitude 1X GMF, but much higher levels at 2X or 3X GMF. Important to set <math>F_{MAX}</math> high enough to capture at least 3 GMF harmonics. Also, sidebands around 2XGMF will often be spaced at 2X RPM. Note that sideband amplitudes often are not equal on left and right side of GMF and GMF harmonics due to the tooth misalignment. Causes uneven wear pattern.</p>  |
| <b>F. CRACKED/BROKEN TOOTH</b>           | <p style="text-align: center;"><math>\Delta = \frac{1}{RPM}</math> OF GEAR WITH BROKEN OR CRACKED TOOTH</p>  | <p>A Cracked or Broken Tooth will generate a high amplitude at 1X RPM of this gear <u>only in the time waveform</u>, plus it will excite gear natural frequency (<math>f_n</math>) sidebanded at its running speed. It is best detected in Time Waveform which will show a pronounced spike every time the problem tooth tries to mesh with teeth on the mating gear. Time between impacts (<math>\Delta</math>) will correspond to 1/RPM of gear with the problem. Amplitudes of Impact Spikes in Time Waveform often will be 10X to 20X higher than that at 1X RPM in the FFT!</p>  |
| <b>G. GEAR ASSEMBLY PHASE PROBLEMS</b>   | <p style="text-align: center;"><math>GAPF = \frac{GMF}{N_A}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>GAPF = 3000 \text{ CPM} = 0.20X \text{ GMF (FRACTIONAL GMF)}</math></p>                          | <p>Gear Assembly Phase Freq. (GAPF) can result in Fractional Gear Mesh Frequencies (if <math>N_A &gt; 1</math>). It literally means (<math>T_g/N_A</math>) gear teeth will contact (<math>T_p/N_A</math>) pinion teeth and will generate <math>N_A</math> wear patterns, where <math>N_A</math> in a given tooth combination equals the product of prime factors common to the number of teeth on the gear and pinion (<math>N_A = \text{Assembly Phase Factor}</math>). GAPF (or harmonics) can show up right from the beginning if there were manufacturing problems. Also, its sudden appearance in a periodic survey spectrum can indicate damage if contaminate particles pass through the mesh, resulting in damage to the teeth in mesh at the time of ingestion just as they enter and leave meshing or that gears have been reoriented.</p>  |
| <b>H. HUNTING TOOTH PROBLEMS</b>         | <p style="text-align: center;"><math>N_A = 1</math> is the ideal assembly phase factor in gear design</p> <p style="text-align: center;"><math>f_{HT} = \frac{(GMF)(N_A)}{(T_{GEAR})(T_{PINION})}</math></p> | <p>Hunting Tooth Frequency (<math>f_{HT}</math>) occurs when faults are present on both the gear and pinion which might have occurred during the manufacturing process, due to mishandling, or in the field. It can cause quite high vibration, but since it occurs at low frequencies predominately less than 800 CPM, it is often missed. A gear set with this tooth repeat problem normally emits a "growing" sound from the drive. The maximum effect occurs when the faulty pinion and gear teeth both enter mesh at the same time (on some drives, this may occur only 1 of every 10 to 20 revolutions, depending on the <math>f_{HT}</math> formula). Note that <math>T_{max}</math> and <math>T_{min}</math> refer to number of teeth on the gear and pinion, respectively. <math>N_A</math> is the Assembly Phase Factor defined above. Will often modulate both GMF and Gear RPM peaks.</p> |



# TABLE I ILLUSTRATED VIBRATION DIAGNOSTIC CHART

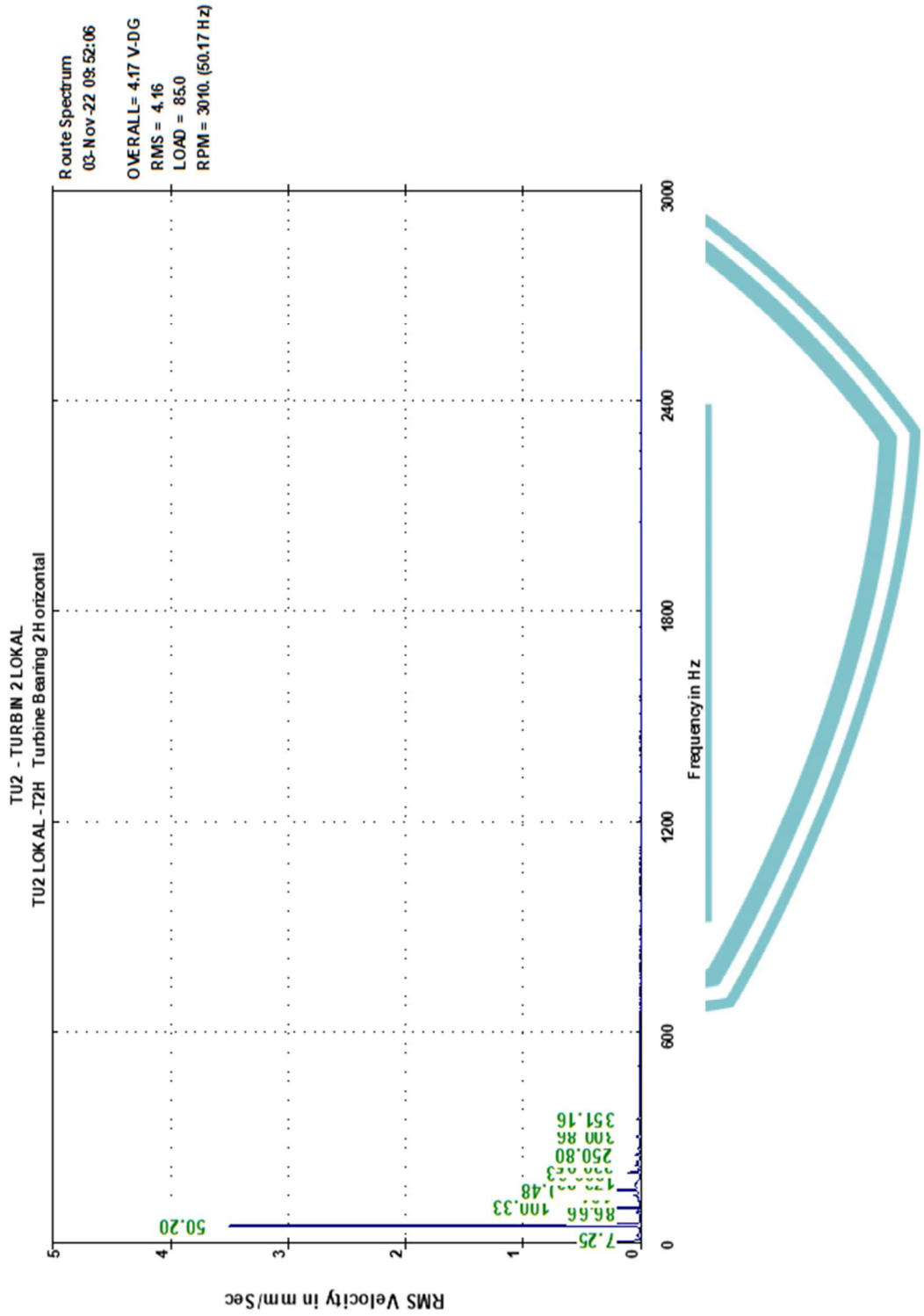
| PROBLEM SOURCE  | TYPICAL SPECTRUM | REMARKS   |
|---|------------------|---|
| <b>GEARS (CONTINUED)</b><br><br><b>I. LOOSE BEARING FIT</b>   |                  | Excessive Clearance of bearings supporting the gears can not only excite many running speed harmonics, but will often cause high amplitude response at GMF, 2GMF and/or 3GMF. These high GMF amplitudes are actually a response to, and not the cause of, looseness within the bearings supporting the gearing. Such excessive clearance can be caused either by extensive bearing wear or by improper bearing fit onto the journal during installation. Left uncorrected, it can cause excessive gear wear and damage to other components.   |
| <b>AC INDUCTION MOTORS</b><br><br><b>A. STATOR ECCENTRICITY, SHORTED LAMINATIONS OR LOOSE IRON</b>  |                  | Stator problems generate high vibration at 2X line frequency (2F <sub>L</sub> ). Stator eccentricity produces uneven stationary air gap between rotor and stator which produces very directional vibration. Differential Air Gap should not exceed 5% for induction motors and 10% for synchronous motors. Soft foot and warped bases can produce an eccentric stator. Loose iron is due to stator support weakness or looseness. Shorted stator laminations can cause uneven, localized heating which can distort the stator itself. This produces thermally-induced vibration which can significantly grow with operating time causing stator distortion and static air gap problems.   |
| <b>B. ECCENTRIC ROTOR (Variable Air Gap)</b><br>$F_L = \text{Electrical Line Freq.}$<br>$N_s = \text{Synch. Speed} = \frac{120F_L}{P}$<br>$F_s = \text{Slip Freq.} = N_s - \text{RPM}$<br>$F_p = \text{Pole Pass Freq.} = F_s \times P$<br>$P = \# \text{ Poles}$ |                  | Eccentric Rotors produce a rotating variable air gap between the rotor and stator which induces pulsating vibration (normally between 2F <sub>L</sub> and closest running speed harmonic). Often requires "zoom" spectrum to separate 2F <sub>L</sub> and running speed harmonic. Eccentric rotors generate 2F <sub>L</sub> surrounded by Pole Pass frequency sidebands (F <sub>p</sub> ), as well as F <sub>s</sub> sidebands around running speed. F <sub>s</sub> appears itself at low frequency (Pole Pass Frequency = Slip Frequency X # Poles). Common values of F <sub>s</sub> range from about 20 to 120 CPM (0.3 - 2.0 Hz). Soft foot or misalignment often induces a variable air gap due to distortion (actually a mechanical problem; not electrical).  |
| <b>C. ROTOR PROBLEMS</b>  |                  | Broken or Cracked rotor bars or shorting rings; bad joints between rotor bars and shorting rings; or shorted rotor laminations will produce high 1X running speed vibration with pole pass frequency sidebands (F <sub>p</sub> ). In addition, these problems will often generate F <sub>s</sub> sidebands around the second, third, fourth and fifth running speed harmonics. Loose or open rotor bars are indicated by 2X line freq. (2F <sub>L</sub> ) sidebands surrounding Rotor Bar Pass Frequency (RBPF) and/or its harmonics (RBPF = Number of Bars X RPM). Often will cause high levels at 2X RBPF, with only a small amplitude at 1X RBPF. Electrically induced arcing between loose rotor bars and end rings will often show high levels at 2X RBPF (with 2F <sub>L</sub> sidebands); but little or no increase in amplitude at 1X RBPF. |
| <b>D. PHASING PROBLEM (Loose Connector)</b>   |                  | Phasing problems due to loose or broken connectors can cause excessive vibration at 2X Line Freq. (2F <sub>L</sub> ) which will have sidebands around it spaced at 1/3 Line Freq. (1/3 F <sub>L</sub> ). Levels at 2F <sub>L</sub> can exceed 1.0 in/sec if left uncorrected. This is particularly a problem if the defective connector is only sporadically making contact. Loose or broken connectors must be repaired to prevent catastrophic failure.   |
| <b>AC SYNCHRONOUS MOTORS</b><br><br><b>(Loose Stator Coils)</b>   |                  | Loose stator coils in synchronous motors will generate fairly high vibration at Coil Pass Freq. (CPF) which equals the number of stator coils X RPM (# Stator Coils = # Poles X # Coils/Pole). The Coil Pass Frequency will be surrounded by 1X RPM sidebands. Synchronous motor problems may also be indicated by high amplitude peaks at approx. 60,000 to 90,000 CPM, accompanied by 2F <sub>L</sub> sidebands. Take at least one spectrum up to 90,000 CPM on each motor bearing housing.   |
| <b>DC MOTORS AND CONTROLS</b><br><br><b>A. NORMAL SPECTRUM</b>  |                  | Many DC Motor and Control Problems can be detected by vibration analysis. Full-wave rectified motors (6 SCRs) generate a signal at 6X Line Frequency (6F <sub>L</sub> = 360 Hz = 21,600 CPM); while half-wave rectified DC motors (3 SCRs) generate 3X Line Freq. (3F <sub>L</sub> = 180 Hz = 10,800 CPM). The SCR firing Frequency is normally present in a DC Motor Spectrum, but at low amplitudes. Note the absence of other peaks at multiples of F <sub>L</sub> .   |
| <b>B. BROKEN ARMATURE WINDINGS, GROUNDING PROBLEMS OR FAULTY SYSTEM TUNING</b>  |                  | When DC Motor spectra are dominated by high levels at SCR or 2X SCR, this normally indicates either Broken Motor Windings or Faulty Tuning of the Electrical Control System. Proper tuning alone can lower vibration at SCR and 2X SCR significantly if control problems predominate. High amplitudes at these frequencies would normally be above approximately .10 in/sec, peak at 1 X SCR and about .04 in/sec at 2 X SCR Firing Freq.   |
| <b>C. FAULTY FIRING CARD OR BLOWN FUSE</b>  |                  | When one firing card fails to fire, then 1/3 of power is lost, and can cause repeated momentary speed changes in the motor. This can lead to high amplitudes at 1/3X and 2/3X SCR Frequency (1/3X SCR Freq. = 1X F <sub>L</sub> for half-wave rectified, but 2X F <sub>L</sub> for a full-wave rectified SCR).<br>Caution: Card/SCR configuration should be known before troubleshooting motor (# SCRs, # Firing Cards, etc.).  |
| <b>D. FAULTY SCR, SHORTED CONTROL CARD, LOOSE CONNECTIONS AND/OR BLOWN FUSE</b>   |                  | Faulty SCRs, Shorted Control Cards and/or Loose Connections can generate noticeable amplitude peaks at many combinations of line frequency (F <sub>L</sub> ) and SCR firing frequency. Normally, 1 bad SCR can cause high levels at F <sub>L</sub> and/or 5F <sub>L</sub> in 6 SCR motors. The point to be made is that neither F <sub>L</sub> , 2F <sub>L</sub> , 4F <sub>L</sub> nor 5F <sub>L</sub> should be present in DC Motor spectra.   |
| <b>E. FAULTY COMPARATOR CARD</b>  |                  | Faulty Comparator Cards cause problems with RPM fluctuation or "hunting". This causes a constant collapsing and regenerating of the magnetic field. These sidebands often approximate the RPM fluctuation and require a high resolution FFT to even detect them. Such sidebands could also be due to generation and regeneration of the magnetic field.   |
| <b>F. ELECTRICAL CURRENT PASSAGE THRU DC MOTOR BEARINGS</b>   |                  | Electrically-induced Fluting is normally detected by a series of difference frequencies with the spacing most often at the outer race defect frequency (B/P/O), even if such fluting is present on both the outer and inner races. They most often show up in a range centered at about 100,000 to 150,000 CPM. A 180K CPM spectrum with 1800 lines is recommended for detection with measurements on both the OB and IB DC motor bearings.   |

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

# TABLE I ILLUSTRATED VIBRATION DIAGNOSTIC CHART

| PROBLEM SOURCE   | TYPICAL SPECTRUM | REMARKS  |
|--|------------------|--|
| <b>BELT DRIVE PROBLEMS</b>                               |                  |  |
| <p><b>A. WORN, LOOSE OR MISMATCHED BELTS</b></p>         |                  | <p>BELT FREQ. = <math>\frac{3.142 \times \text{PULLEY RPM} \times \text{PITCH DIAM.}}{\text{BELT LENGTH}}</math></p> <p>TIMING BELT FREQ. = <math>\frac{\text{BELT FREQ.} \times \# \text{ BELT TEETH}}{\text{PULLEY RPM} \times \# \text{ PULLEY TEETH}}</math></p> <p>Belt frequencies are below the RPM of either the motor or the driven machine. When they are worn, loose or mismatched, they normally cause 3 to 4 multiples of belt frequency. Often 2X belt freq. is the dominant peak. Amplitudes are normally unsteady, sometimes pulsing with either driver or driven RPM. On timing belt drives, wear or pulley misalignment is indicated by high amplitudes at the Timing Belt Frequency. Chain drives will indicate problems at Chain Pass Frequency which equals # Sprocket Teeth X RPM.</p>   |
| <p><b>B. BELT/PULLEY MISALIGNMENT</b></p>                |                  | <p>Misalignment of pulley produces high vibration at 1X RPM predominantly in the axial direction. The ratio of amplitudes of driver to driven RPM depends on where the data is taken, as well as on relative mass and frame stiffness. Often with pulley misalignment, the highest axial vibration on the motor will be at fan RPM, or vice versa. Can be confirmed by phase measurements by setting Phase Filter at RPM of pulley with highest axial amplitude; then compare phase at this particular frequency on each rotor in the axial direction.</p>   |
| <p><b>C. ECCENTRIC PULLEYS</b></p>                       |                  | <p>Eccentric pulleys cause high vibration at 1X RPM of the eccentric pulley. The amplitude is normally highest in line with the belts, and should show up on both driver and driven bearings. It is sometimes possible to balance eccentric pulleys by attaching washers to taper-lock bolts. However, even if balanced, the eccentricity will still induce vibration and reversible fatigue stresses in the belt. Pulley eccentricity can be confirmed by phase analysis showing horizontal &amp; vertical phase differences of nearly 0° or 180°.</p>  |
| <p><b>D. BELT RESONANCE</b></p>                          |                  | <p>Belt Resonance can cause high amplitudes if the belt natural frequency should happen to approach, or coincide with, either the motor or driven RPM. Belt natural frequency can be altered by changing either the belt tension, belt length or cross section. Can be detected by tensioning and then releasing belt while measuring the response on pulleys or bearings. However, when operating, belt natural frequencies will tend to be slightly higher on the tight side and lower on the slack side.</p>  |
| <b>BEAT VIBRATION</b>                                    |                  |  |
|  |                  | <p>A Beat Frequency is the result of two closely spaced frequencies going into and out of synchronization with one another. The wideband spectrum normally will show one peak pulsating up and down. When you zoom into this peak (lower spectrum below), it actually shows two closely spaced peaks. The difference in these two peaks (<math>F_2 - F_1</math>) is the beat frequency which appears itself in the wideband spectrum. The beat frequency is not commonly seen in normal frequency range measurements since it is inherently low frequency, usually ranging from only approximately 5 to 100 CPM.</p> <p>Maximum vibration will result when the time waveform of one frequency (<math>F_1</math>) comes into phase with the waveform of the other frequency (<math>F_2</math>). Minimum vibration occurs when waveforms of these two frequencies line up 180° out of phase.</p>   |
| <b>SOFT FOOT, SPRUNG FOOT AND FOOT-RELATED RESONANCE</b> |                  |  |
|  |                  | <p>"Soft Foot" occurs when a machine's foot or frame deflects greatly when a hold-down bolt is loosened to hand tightness, causing the foot to rise more than approximately .002 - .003 inch. This does not always cause a great vibration increase. However, it can do so if the soft foot affects alignment or motor air gap concentricity.</p> <p>"Sprung Foot" can cause great frame distortion, resulting in increased vibration, force and stress in the frame, bearing housing, etc. This can occur when a hold-down bolt is forcibly torqued down on the sprung foot in an attempt to level the foot.</p> <p>"Foot-Related Resonance" can cause dramatic amplitude increases from 5X to 15X or more, as compared with that when the bolt (or combination of bolts) is loosened to hand tightness. When tight, this bolt can notably change the natural frequency of the foot or machine frame itself.</p> <p>Soft Foot, Sprung Foot or Foot-Related Resonance most often affects vibration at 1X RPM, but can also do so at 2X RPM, 3X RPM, 2X line frequency, blade pass frequency, etc. (particularly Foot-Related Resonance).</p> |

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

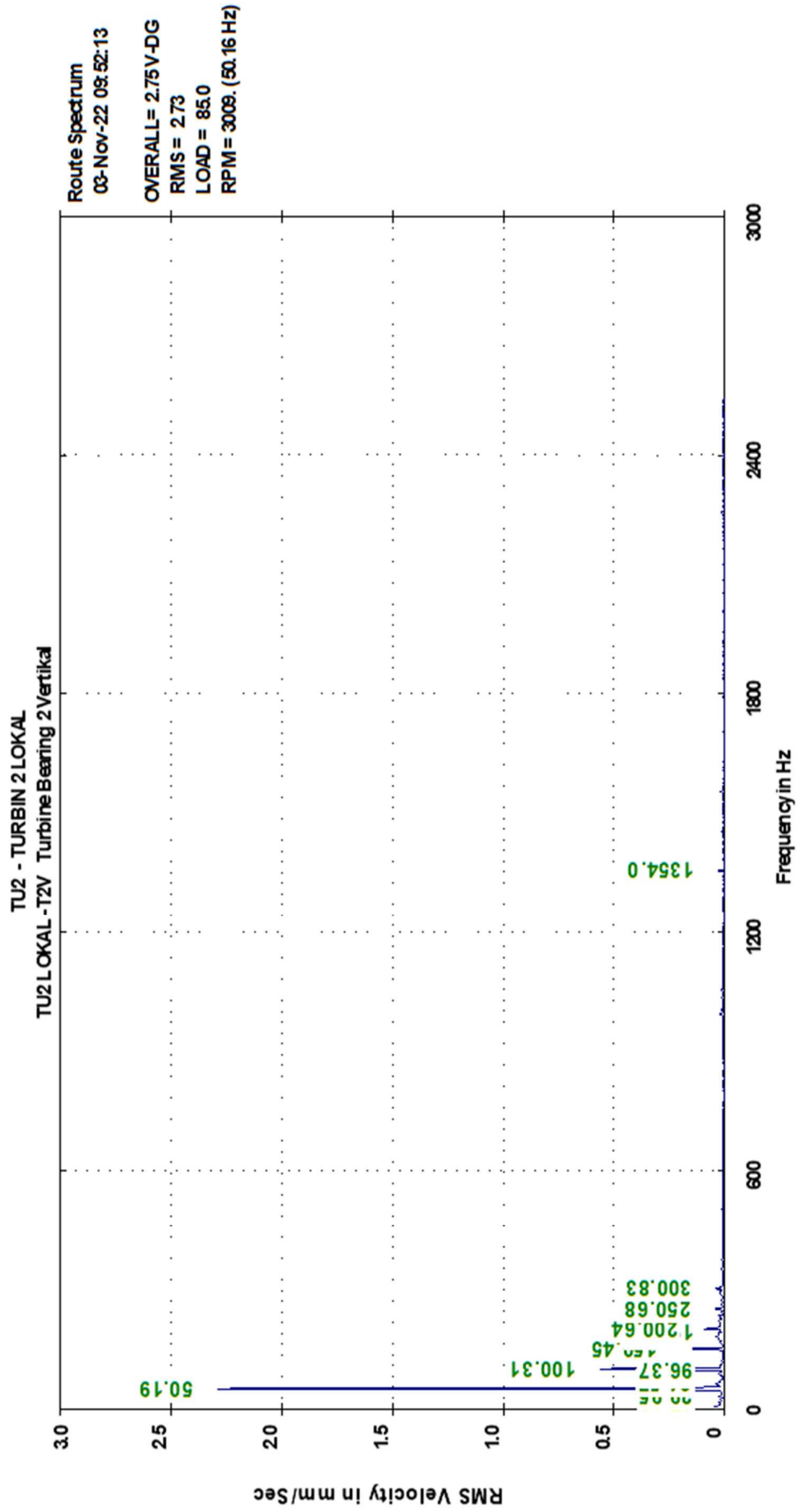
**ampiran 2. Spektrum Vibrasi Sebelum Perbaikan**

**Hak Cipta :**

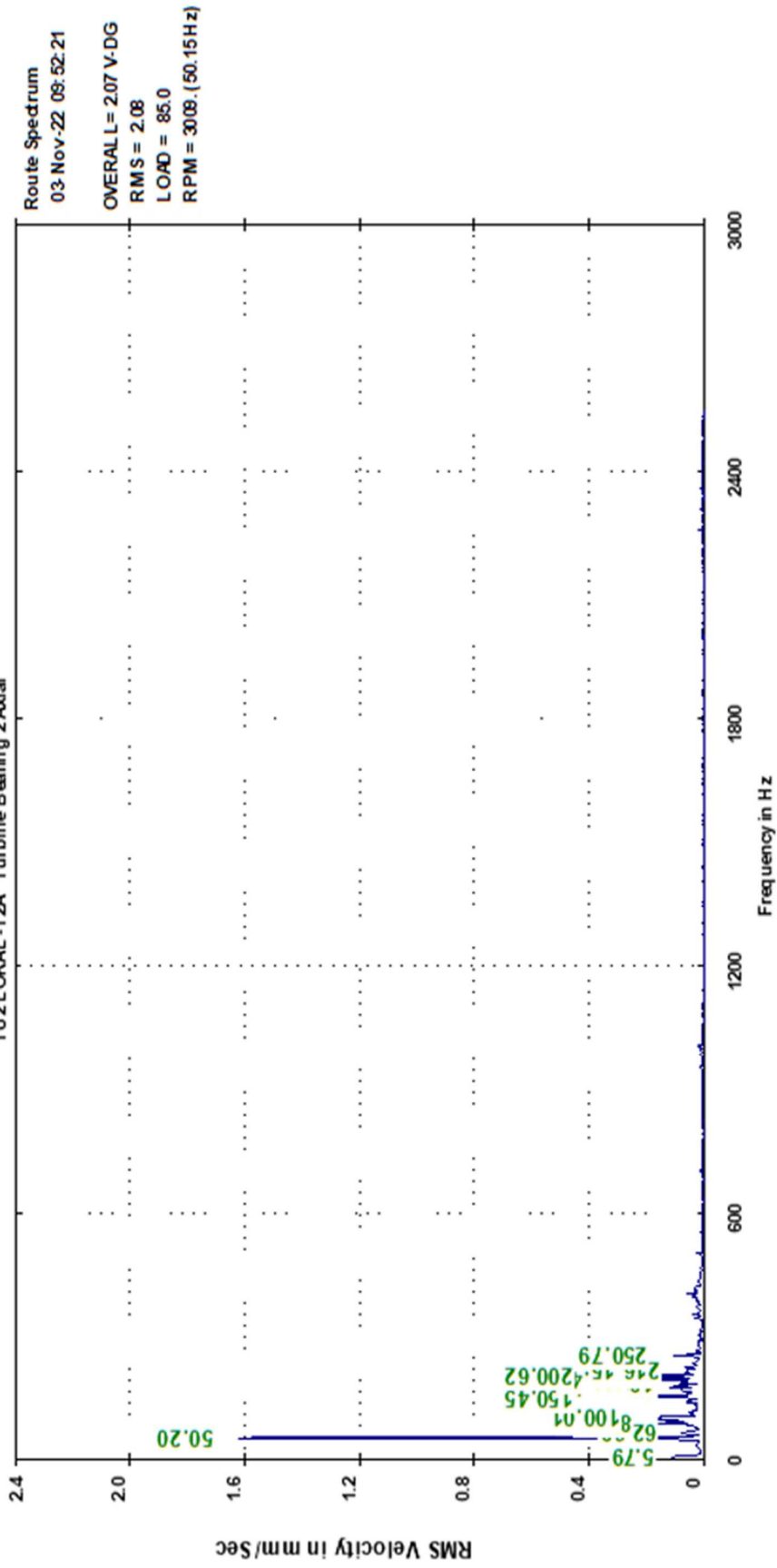
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

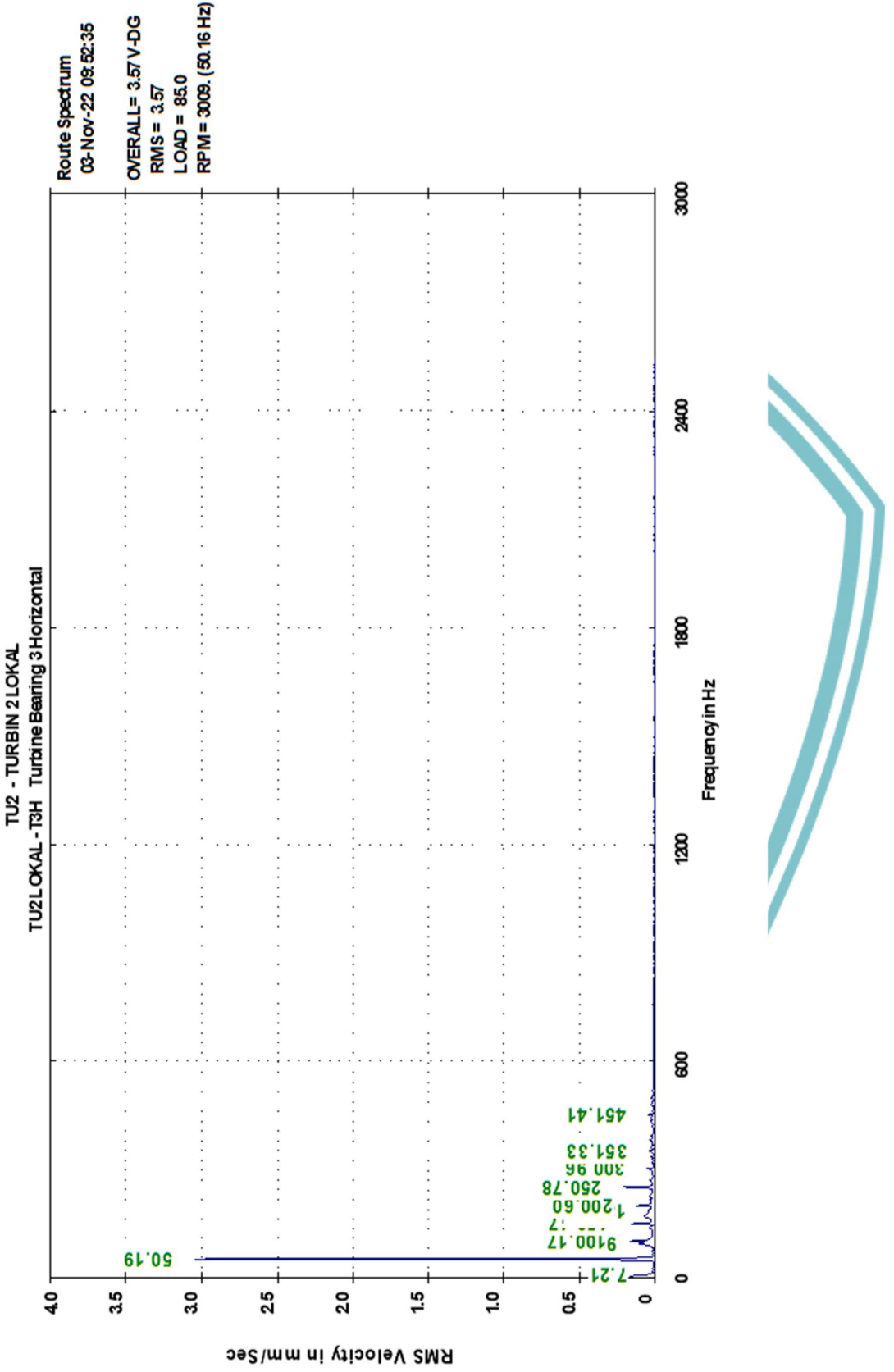




### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

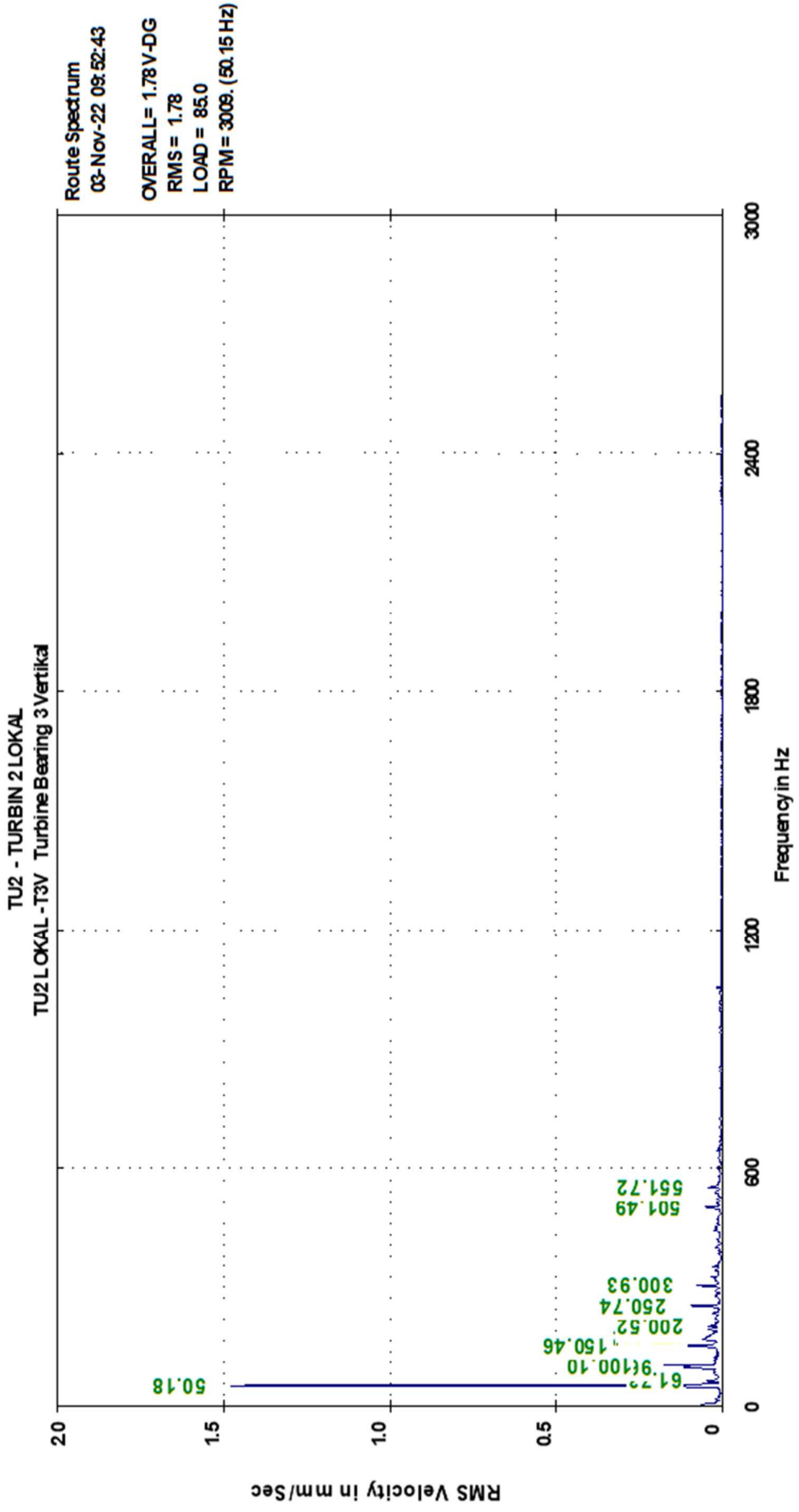




**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



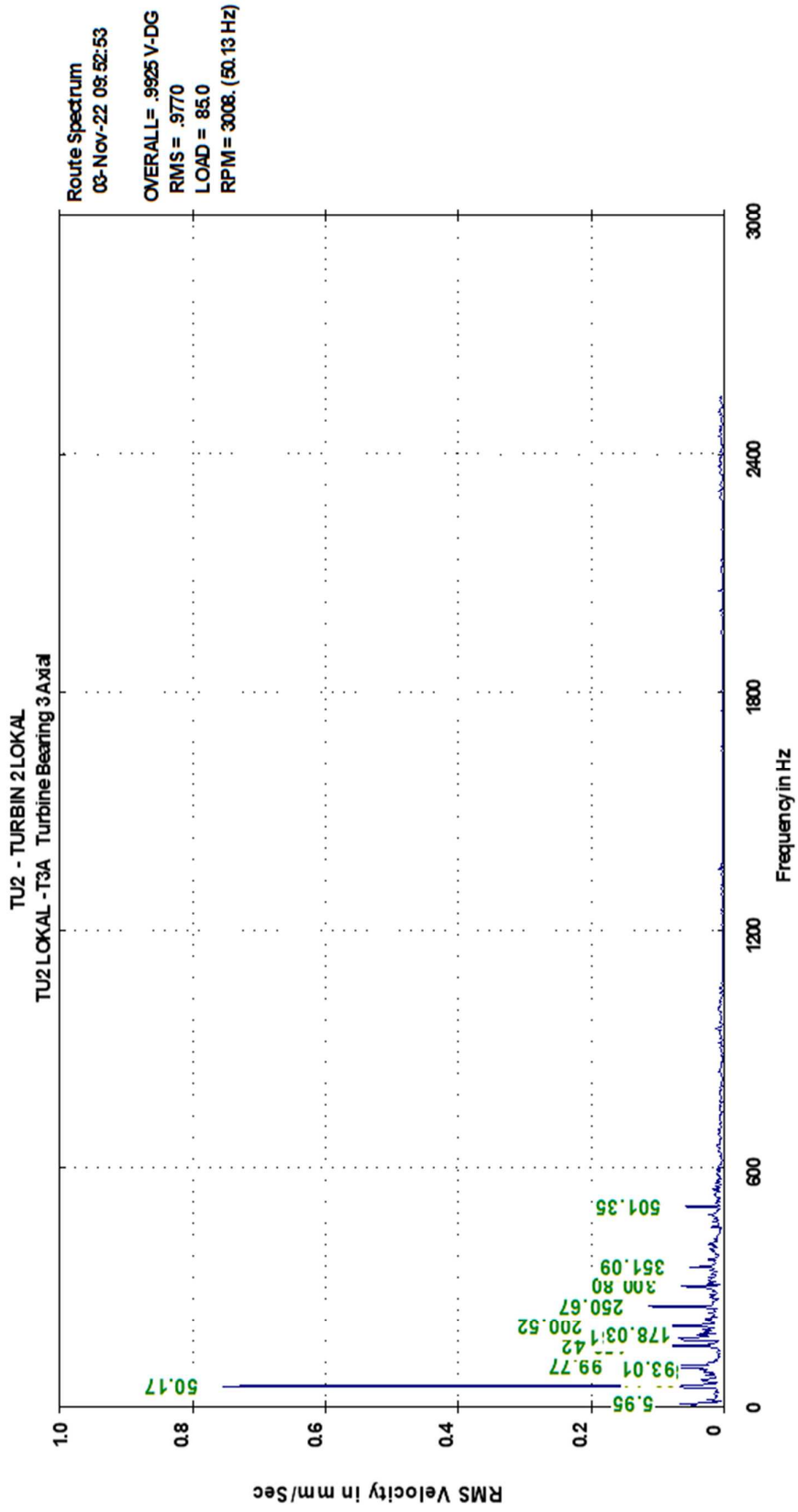


**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta









Hak Cipta

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA  
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN**

WT1465753

| Planned & Actual Material |                    |                                   |             |            |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------|------------|
| Task ID                   | Itemnum            | Description                       | Planned Qty | Actual Qty |
| WT1465753                 | 00000999997000027E | UNIV ACC;MAJUN;B1                 | 1           |            |
| WT1465753                 | 000000000008050074 | LUBE;N;MOBIL DTE LIGHT            | 5           |            |
| WT1465753                 | 00000685097000079E | CHEM;SPOT CHECK PENETRANT;SKL-SP2 | 3           |            |

| Planned & Actual Tools |             |                                      |               |             |              |            |
|------------------------|-------------|--------------------------------------|---------------|-------------|--------------|------------|
| Task ID                | Tool        | Description                          | Planned Hours | Planned Qty | Actual Hours | Actual Qty |
| WT1465753              | T1000005431 | TOOL M; GRIDDER CRANE                | 0             | 1           |              |            |
| WT1465753              | T000000620  | TOOL M;CHAIN BLOCK 10 TON            | 0             | 1           |              |            |
| WT1465753              | T1000002880 | TOOL M; Fuller gauge                 | 0             | 1           |              |            |
| WT1465753              | T1000002872 | TOOL M; Spesial tools turbin Bearing | 0             | 1           |              |            |
| WT1465753              | T000001007  | TOOL M;SLING BELT 5 TON              | 0             | 1           |              |            |

Isolasi dan Perhatian Keselamatan Kerja

Note : - tidak melakukan penggantian bearing .  
 - Pengicekan clearance  
 - Polishing bearing

Diminta Oleh

Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi

Supervisor Operasi

Pelepasan Sistem

Verifikasi

Supervisor KLIK3

**Failure Reporting**

Problems : \_\_\_\_\_  
 Cause : \_\_\_\_\_  
 Remedy : \_\_\_\_\_

**Work Order Release**

Diminta Oleh

Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi

Supervisor Operasi

Staf. Han

Marwan .

Staf

Made us



Hak Cipta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA  
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN

WT1465754

## JOB CARD

No. WO : WO1297168 Perbaikan Vibrasi Turbin Unit 2  
Job Plan :

### Service Request Information

No. SR : ECP7511 PdM - 1. Oktober 2022 Turbin-Generator #2 2022 Reported By : 9115189ZY ALFIONO RAHMADIYANTO

### Detil SR

### Task : WT1465754

|                                |                                     |                                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Site : KIT049                  | Sched Start :                       | Sched Finish :                    |
| Status : APPR                  | Target Start : 18-12-2022           | Target Finish : 25-12-2022        |
| Parent : WO1297168             | Actual Start : 31-12-2022           | Actual Finish : 31-12-2022        |
| Work Type : PDM                | Report Date : 19-10-2022            | Reported By : 9115189ZY           |
| Assign :                       | Failure Class :                     | GL Account : 2100-2120-1101100500 |
| Priority :                     | Person Group : TU-MEKTR             |                                   |
| Asset : SBLG-TU-20-LBA50       | SBLG TU 20 TURBIN MAIN STEAM SYSTEM |                                   |
| Location : 1810000001UMA03S002 | POWER HOUSE LANTAI 3 UNIT 2         |                                   |

### Task : Realignment HP-LP Turbin

#### A. SAFETY INDUCTION

1. PASTIKAN KELENGKAPAN APD (ALAT PELINDUNG DIRI - SAFETY HELMET - SAFETY SHOES - EAR PLUG - MASKER)
2. SIAPKAN TOOL DAN MATERIAL YANG DIBUTUHKAN
3. APABLA EQUIPMENT DALAM KONDISI OPERASI JANGAN MELAKUKAN TINDAKAN PEMELIHARAAN YANG DAPAT MENGGANGGU JALANNYA SISTEM OPERASI

#### B. LANGKAH PEKERJAAN

1. Pengaturan coupling Gap HP to LP
2. Pemasangan dial gauge
3. Tandai coupling menjadi 4 bagian
4. Pengambilan data radial dengan dial gauge, Axial menggunakan block gauge
5. Lakukan koreksi jika dibutuhkan

#### C. POST MAINTENANCE TEST

1. BERSIHKAN AREA KERJA
2. Data alignment sisi radial dan aksial dibawah 0,05mm

| Planned & Actual Labor |        |             |       |                  |               |                 |              |
|------------------------|--------|-------------|-------|------------------|---------------|-----------------|--------------|
| Task ID                | Craft  | Skill Level | Labor | Planned Quantity | Planned Hours | Actual Quantity | Actual Hours |
| WT1465754              | MECH1  | JUNIOR      |       | 2                | 0             | 1               | 8            |
| WT1465754              | MECH1  | SENIOR      |       | 1                | 0             | 1               | 8            |
| WT1465754              | HELPER |             |       | 1                | 0             | 3               | 8            |

| Planned & Actual Material |                    |                            |             |            |
|---------------------------|--------------------|----------------------------|-------------|------------|
| Task ID                   | Itemnum            | Description                | Planned Qty | Actual Qty |
| WT1465754                 | 00000954597000027E | PLATE;SHIM;300X1000X0,03mm | 1           |            |
| WT1465754                 | 00000954597000027E | PLATE;SHIM;300X1000X0,1mm  | 1           |            |
| WT1465754                 | 000009545970000277 | PLATE;SHIM;300X1000X0,05mm | 1           |            |
| WT1465754                 | 00000999997000027E | UNIV ACC-MAJUN;B1          | 1           |            |



Hak C

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA  
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN

WT1465754

| Planned & Actual Tools |             |                         |               |             |              |            |
|------------------------|-------------|-------------------------|---------------|-------------|--------------|------------|
| Task ID                | Tool        | Description             | Planned Hours | Planned Qty | Actual Hours | Actual Qty |
| WT1465754              | T1000002765 | TOOL M; DIAL INDICATOR  | 0             | 1           |              |            |
| WT1465754              | T000000995  | TOOL M;SENER            | 0             | 1           |              |            |
| WT1465754              | T1000005575 | TOOL M; JACKING TOOL    | 0             | 1           |              |            |
| WT1465754              | T1000003478 | TOOL M;GUNTING BESI N/A | 0             | 1           |              |            |

**Isolasi dan Perhatian Keselamatan Kerja**

Diminta Oleh

Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi

Supervisor Operasi

Pelepasan Sistem

Verifikasi

Supervisor KLK3

**Failure Reporting**

Problems :

Cause :

Remedy :

**Work Order Release**

Diminta Oleh

Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi

Supervisor Operasi

Staf. Han

Morwan,

Ade Us



Hak Cipta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA  
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN

WT1465755

### JOB CARD

No. WO : WO1297168 Perbaikan Vibrasi Turbin Unit 2  
Job Plan :

#### Service Request Information

No. SR : ECP7511 Pdm - 1. Oktober 2022 Turbin-Generator #2 2022 Reported By : 9115189ZY ALFIONO RAHMADIYANTO

#### Detil SR

### Task : WT1465755

|                                |                                     |                                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Site : KIT049                  | Sched Start : 18-12-2022            | Sched Finish : 27-12-2022         |
| Status : APPR                  | Target Start : 18-12-2022           | Target Finish : 27-12-2022        |
| Parent : WO1297168             | Actual Start : 20-12-2022           | Actual Finish : 20-12-2022        |
| Work Type : PDM                | Report Date : 19-10-2022            | Reported By : 9115189ZY           |
| Assign :                       | Failure Class :                     | GL Account : 2100-2120-1101100500 |
| Priority :                     | Person Group : TU-MEKTR             |                                   |
| Asset : SBLG-TU-20-LBA50       | SBLG TU 20 TURBIN MAIN STEAM SYSTEM |                                   |
| Location : 1810000001UMA03S002 | POWER HOUSE LANTAI 3 UNIT 2         |                                   |

### Task : Pengecekan dan Polishing Bearing 2 dan 3 (Conditional)

#### A. SAFETY INDUCTION

1. PASTIKAN KELENGKAPAN APD (ALAT PELINDUNG DIRI - SAFETY HELMET - SAFETY SHOES - EAR PLUG - MASKER)
2. SIAPKAN TOOL DAN MATERIAL YANG DIBUTUHKAN
3. APABLA EQUIPMENT DALAM KONDISI OPERASI JANGAN MELAKUKAN TINDAKAN PEMELIHARAAN YANG DAPAT MENGGANGGU JALANNYA SISTEM OPERASI

#### B. LANGKAH PEKERJAAN

1. Periksa nilai roughness journal bearing
2. Periksa nilai hardness
3. pastikan tidak ada high spot dan Low Spot tidak lebih dari 2 micron

#### C. POST MAINTENANCE TEST

1. AREA KERJA BERSIH
2. Nilai Hardness 22-35 HRC
3. Nilai Rougness 0,03mm

| Planned & Actual Labor |        |             |       |                  |               |                 |              |
|------------------------|--------|-------------|-------|------------------|---------------|-----------------|--------------|
| Task ID                | Craft  | Skill Level | Labor | Planned Quantity | Planned Hours | Actual Quantity | Actual Hours |
| WT1465755              | MECH1  | JUNIOR      |       | 2                | 0             | 1               | 30           |
| WT1465755              | MECH1  | SENIOR      |       | 1                | 0             |                 |              |
| WT1465755              | HELPER |             |       | 1                | 0             | 3               | 30           |
| WT1465755              | MECH   |             |       | 1                | 222           |                 |              |
| WT1465755              | HELPER |             |       | 1                | 222           |                 |              |

| Planned & Actual Material |                    |                            |             |            |
|---------------------------|--------------------|----------------------------|-------------|------------|
| Task ID                   | Itemnum            | Description                | Planned Qty | Actual Qty |
| WT1465755                 | 00000999997000027E | UNIV ACC;MAJUN;B1          | 1           |            |
| WT1465755                 | 00000999997002624E | UNIV ACC;SCOTCH BRITE 7447 | 3           |            |
| WT1465755                 | 00000801097000005E | UNIV ACC;THINNER COBRA     | 5           |            |



Hak Cipta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA  
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN

WT1465755

| Planned & Actual Tools |             |                                       |               |             |              |            |
|------------------------|-------------|---------------------------------------|---------------|-------------|--------------|------------|
| Task ID                | Tool        | Description                           | Planned Hours | Planned Qty | Actual Hours | Actual Qty |
| WT1465755              | T000001205  | UNIV ACC;SKRAP 2"                     | 0             | 1           |              |            |
| WT1465755              | T1000004001 | TOOL M; KIKIR SEGITIGA NN             | 0             | 1           |              |            |
| WT1465755              | T1000001979 | TOOL E;ULTRASONIC THICKNESS INDICATOR | 0             | 1           |              |            |

**Isolasi dan Perhatian Keselamatan Kerja**

*note: - hanya dilakukan polishing pada journal shaft.*

Diminta Oleh

\_\_\_\_\_  
Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi

\_\_\_\_\_  
Supervisor Operasi

\_\_\_\_\_  
Pelepasan Sistem

Verifikasi

\_\_\_\_\_  
Supervisor KLIK3

**Failure Reporting**

Problems : \_\_\_\_\_

Cause : \_\_\_\_\_

Remedy : \_\_\_\_\_

**Work Order Release**

Diminta Oleh

\_\_\_\_\_  
Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi

\_\_\_\_\_  
Supervisor Operasi

*Staf. Har*  
  
*Morwan.*

*Ade OS*



Hak C

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA  
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN

WT1483095

## JOB CARD

No. WO : WO1297168

Perbaikan Vibrasi Turbin Unit 2

Job Plan :

### Service Request Information

No. SR : ECP7511

PdM - 1. Oktober 2022 Turbin-Generator #2 2022

Reported By : 9115189ZY

ALFIONO

RAHMADIYANTO

Detil SR

### Task : WT1483095

|                                |                                     |                                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Site : KIT049                  | Sched Start :                       | Sched Finish :                    |
| Status : APPR                  | Target Start : 18-12-2022           | Target Finish : 28-12-2022        |
| Parent : WO1297168             | Actual Start : 29-12-2022           | Actual Finish : 30-12-2022        |
| Work Type : PDM                | Report Date : 04-11-2022            | Reported By : 9115189ZY           |
| Assign :                       | Failure Class :                     | GL Account : 2100-2120-1101100500 |
| Priority :                     | Person Group : TU-MEKTR             |                                   |
| Asset : SBLG-TU-20-LBA50       | SBLG TU 20 TURBIN MAIN STEAM SYSTEM |                                   |
| Location : 1810000001UMA03S002 | POWER HOUSE LANTAI 3 UNIT 2         |                                   |

### Task : Pengecekan dan Penggantian Bearing 2

#### A. SAFETY INDUCTION

- PASTIKAN KELENGKAPAN APD (ALAT PELINDUNG DIRI - SAFETY HELMET - SAFETY SHOES - EAR PLUG - MASKER)
- SIAPKAN TOOL DAN MATERIAL YANG DIBUTUHKAN
- APABLA EQUIPMENT DALAM KONDISI OPERASI JANGAN MELAKUKAN TINDAKAN PEMELIHARAAN YANG DAPAT MENGGANGGU JALANNYA SISTEM OPERASI

#### B. LANGKAH PEKERJAAN

| Task Name   |
|---|
| Disassembly front bearing pedestal                  |
| Disassembly front bearing support / housing bearing |
| Disassembly upper bearing                           |
| Disassembly lower bearing                           |
| Cleaning dan pengecekan bearing                     |
| Pengecekan clearance                                |
| NDT bearing & Polishing                             |
| Assembly lower bearing                              |
| Assembly upper bearing                              |
| Assembly front bearing support / housing bearing    |
| Assembly front bearing pedestal                     |

#### C. POST MAINTENANCE TEST

- BERSIHKAN AREA KERJA
- LAKUKAN PENGECEKAN PARAMETER VIBRASI SETELAH RUNNING TEST, PASTIKAN VIBRASI DIBAWAH 127 mikron

#### Planned & Actual Labor

| Task ID   | Craft  | Skill Level | Labor | Planned Quantity | Planned Hours | Actual Quantity | Actual Hours |
|-----------|--------|-------------|-------|------------------|---------------|-----------------|--------------|
| WT1483095 | MECH   | Junior      |       | 1                | 72            | 1               | 24           |
| WT1483095 | HELPER |             |       | 1                | 72            | 3               | 24           |

*Isolasi dan Perhatian Keselamatan Kerja*

Note : - tidak melakukan penggantian bearing .



Hak C

2. Undang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA  
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN

WT1483095

Diminta Oleh

Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi

Supervisor Operasi

Pelepasan Sistem

Verifikasi

Supervisor KLK3

Failure Reporting

Problems :

Cause :

Remedy :

Work Order Release

Diminta Oleh

Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi

Supervisor Operasi

staf. Hor

*[Signature]*  
Morwan.

*[Signature]*  
Ade





Hak C

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA  
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN

WT1520776

## JOB CARD

No. WO : WO1297168  
Job Plan :

Perbaiki Vibrasi Turbin Unit 2

### Service Request Information

No. SR : ECP7511

PdM - 1. Oktober 2022 Turbin-Generator #2 2022

Reported By : 9115189ZY

ALFIONO  
RAHMADIYANTO

### Detil SR

### Task : WT1520776

|                                |                                     |                                   |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Site : KIT049                  | Sched Start :                       | Sched Finish :                    |
| Status : APPR                  | Target Start : 18-12-2022           | Target Finish : 13-01-2023        |
| Parent : WO1297168             | Actual Start : 2-1-2023             | Actual Finish : 2-1-2023          |
| Work Type : PDM                | Report Date : 08-12-2022            | Reported By : 9115189ZY           |
| Assign :                       | Failure Class :                     | GL Account : 2100-2120-1101100500 |
| Priority :                     | Person Group : TU-MEKTR             |                                   |
| Asset : SBLG-TU-20-LBA50       | SBLG TU 20 TURBIN MAIN STEAM SYSTEM |                                   |
| Location : 1810000001UMA03S002 | POWER HOUSE LANTAI 3 UNIT 2         |                                   |

### Task : Pemasangan Bolt & Nut Coupling (Couple)

#### A. SAFETY INDUCTION

1. PASTIKAN KELENGKAPAN APD (ALAT PELINDUNG DIRI - SAFETY HELMET - SAFETY SHOES - EAR PLUG - MASKER)
2. SIAPKAN TOOL DAN MATERIAL YANG DIBUTUHKAN
3. APABLA EQUIPMENT DALAM KONDISI OPERASI JANGAN MELAKUKAN TINDAKAN PEMELIHARAAN YANG DAPAT MENGGANGGU JALANNYA SISTEM OPERASI

#### B. LANGKAH PEKERJAAN

1. BERSIHKAN LUBANG BAUT KOPLING DARI KOTORAN
2. PASANG BAUT PADA MASING-MASING LUBANG KOPLING
3. KENCANGKAN NUT DENGAN MENGGUNAKAN TANGAN DENGAN MENYILANG
4. KENCANGKAN NUT DENGAN KUNCI PUKUL SECARA MENYILANG

#### C. POST MAINTENANCE TEST

1. TIDAK ADA BOLT & NUT YANG KENDOR

| Planned & Actual Labor |        |             |       |                  |               |                 |              |
|------------------------|--------|-------------|-------|------------------|---------------|-----------------|--------------|
| Task ID                | Craft  | Skill Level | Labor | Planned Quantity | Planned Hours | Actual Quantity | Actual Hours |
| WT1520776              | MECH   | Juni'or     |       | 1                | 8             | 1               | 8            |
| WT1520776              | HELPER |             |       | 1                | 8             | 2               | 8            |

### Isolasi dan Perhatian Keselamatan Kerja

Diminta Oleh

Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi

Supervisor Operasi

Pelepasan Sistem

Verifikasi

Supervisor KLK3



Hak C

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA  
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN

WT1520776

Failure Reporting

Problems : \_\_\_\_\_  
Cause : \_\_\_\_\_  
Remedy : \_\_\_\_\_

Work Order Release

Diminta Oleh \_\_\_\_\_  
Supervisor Pemeliharaan

Verifikasi \_\_\_\_\_  
Supervisor Operasi

Staf. Hlor

Morwan.

Adi US



Hak Cipta

d. Rengukan uak merukan kepenungan yang waja Politeknik Negeri Jakarta  
 2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

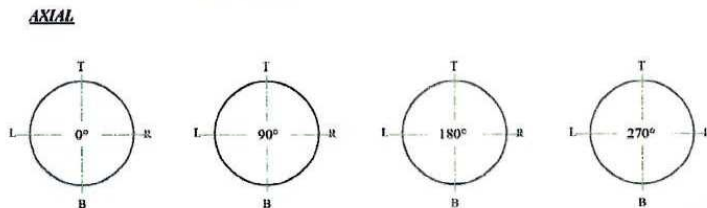
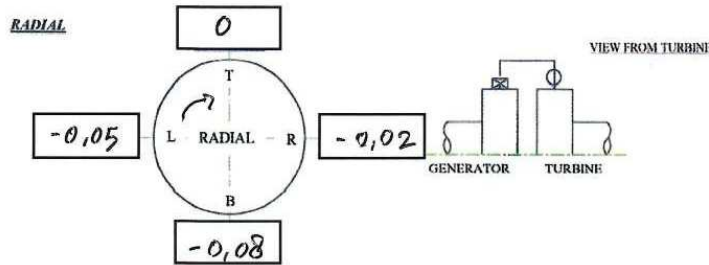
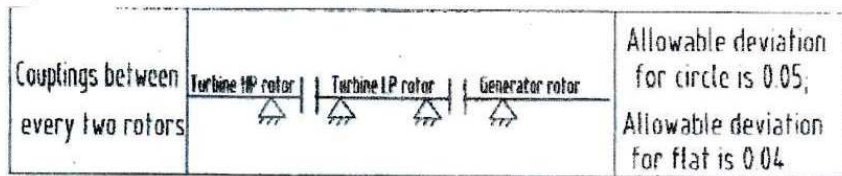
|               |  |                  |              |          |    |          |          |
|---------------|--|------------------|--------------|----------|----|----------|----------|
|               | PT PLN (PERSERO) UNIT INDUK PEMBANGKIT SUMATERA BAGIAN SELATAN |                  |              |          |    |          |          |
|               | FORMULIR   |                  |              |          |    |          |          |
|               | FORMULIR PENGUKURAN TURBIN                                     |                  |              |          |    |          |          |
|               | SPV MONITORING DAN QA  |                  |              |          |    |          |          |
| No. Dokumen : | IK-A.01.11.01/002.c  | Tanggal Terbit : | 07 Juli 2021 | Revisi : | 00 | Halaman: | 1 dari 3 |

|                               |  |  |
|-------------------------------|--|--|
| Equipment : Main Turbine      | Date :   |  |
| Test Item : Alignment Turbine | <input type="checkbox"/> Final <input checked="" type="checkbox"/> Initial |  |

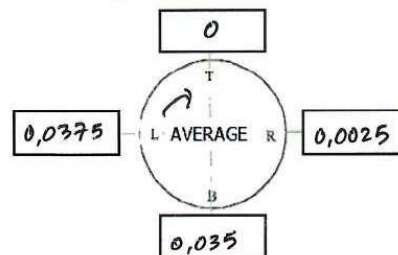
A. Equipment Specification



- Manufacture : China Chang Jiang Energy Corp.
- Model : N110-8.83/535
- Rate Power : 110000kW
- Rated Speed : 3000r/min
- Frequency : 50 Hz


B. Alignment HP Turbin – LP Turbin



| POS | T     | B    | L     | R     |
|-----|-------|------|-------|-------|
| 0   | 1,15  | 1,18 | 1,19  | 1,15  |
| 90  | 1,10  | 1,15 | 1,14  | 1,10  |
| 180 | 1,09  | 1,12 | 1,14  | 1,10  |
| 270 | 1,12  | 1,15 | 1,14  | 1,12  |
| AVG | 1,115 | 1,15 | 1,152 | 1,117 |



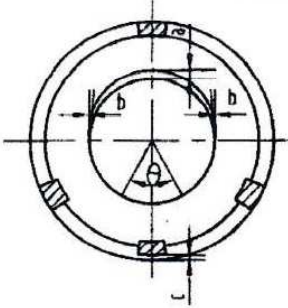
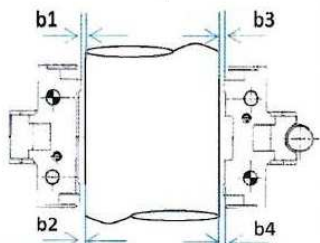
|   |  |                  |              |   |    |          |          |
|---|--|------------------|--------------|---|----|----------|----------|
|  | PT PLN (PERSERO) UNIT INDUK PEMBANGKIT SUMATERA BAGIAN SELATAN |                  |              |  |    |          |          |
|   | FORMULIR   |                  |              |   |    |          |          |
|   | FORMULIR PENGUKURAN TURBIN                                     |                  |              |   |    |          |          |
|   | SPV MONITORING DAN QA  |                  |              |   |    |          |          |
| No. Dokumen :   | IK-A.01.11.01/002.c  | Tanggal Terbit : | 07 Juli 2021 | Revisi :  | 00 | Halaman: | 1 dari 2 |



|                          |  |  |  |   |
|--------------------------|--|--|--|---|
| Equipment : Main Turbine | <input checked="" type="checkbox"/> JB 2 | <input checked="" type="checkbox"/> JB 3 | Date : 27-12-2022  |  |
| Test Item : Clearance    |  |  | <input type="checkbox"/> Final <input checked="" type="checkbox"/> Initial |   |

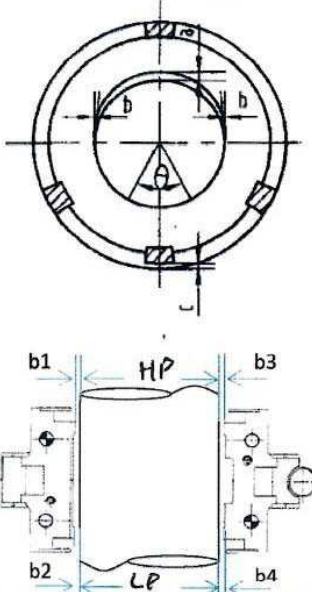
#### A. Equipment Specification

- Manufacture : China Chang Jiang Energy Corp.
- Model : N110-8.83/535
- Rate Power : 110000kW
- Rated Speed : 3000r/min
- Frequency : 50 Hz



#### B. Measurement Value


| Id                | NAME  | SCHEMATIC PLAN   | REQUIRED VALUE (mm)                              | MEASUREMENT VALUE (mm) |
|-------------------|---|--|--|------------------------|
| Journal bearing 2 | Magnitude of interference between spherical surface and spherical surface seat bearing body |  | 0.13 ~ 0.18                                      | 0,20                   |
|                   | Contact area between spherical surface and spherical surface seat bearing body              |  | ≥ 70%  | 80%                    |
|                   | Split clearance of bearing body   | < 0.03   |  |                        |
|                   | Contact angle of bearing bush and bearing journal   | > 60%  | 60°  |                        |
|                   | Top clearance between bearing bush and bearing journal                                      | a = 0.175 ~ 0.364  | 0,43   |                        |
|                   | Lateral clearance between bearing bush and bearing journal                                  | b = 0.44 ~ 0.53  | b1 = 0,70<br>b2 = 0,65<br>b3 = 0,50<br>b4 = 0,50 |                        |
|                   | Clearance between spherical filling block at bottom and bearing pedestal                    |  | c = 0.03 ~ 0.05                                  | < 0,03                 |


|   |  |                  |   |          |    |          |          |
|---|--|------------------|---|----------|----|----------|----------|
|  | PT PLN (PERSERO) UNIT INDUK PEMBANGKIT SUMATERA BAGIAN SELATAN |                  |  |          |    |          |          |
|   | FORMULIR   |                  |   |          |    |          |          |
|   | FORMULIR PENGUKURAN TURBIN                                     |                  |   |          |    |          |          |
|   | SPV MONITORING DAN QA  |                  |   |          |    |          |          |
| No. Dokumen :   | IK-A.01.11.01/002.c  | Tanggal Terbit : | 07 Juli 2021  | Revisi : | 00 | Halaman: | 2 dari 2 |

| eq                | NAME  | SCHEMATIC PLAN  | REQUIRED VALUE (mm) | MEASUREMENT VALUE (mm)                           |
|-------------------|---|---|---------------------|--|
| Journal bearing 3 | Magnitude of interference between spherical surface and spherical surface seat bearing body |  | 0.13 ~ 0.18         | 0,13   |
|                   | Contact area between spherical surface and spherical surface seat bearing body              |   | ≥ 70%               | 80%  |
|                   | Split clearance of bearing body   |   | < 0.03              |  |
|                   | Contact angle of bearing bush and bearing journal   |   | > 60%               | 60°  |
|                   | Top clearance between bearing bush and bearing journal                                      |   | a = 0.175 ~ 0.364   | 0,44   |
|                   | Lateral clearance between bearing bush and bearing journal                                  |   | b = 0.44 ~ 0.53     | b1 = 0,25<br>b2 = 0,30<br>b3 = 0,35<br>b4 = 0,30 |
|                   | Clearance between spherical filling block at bottom and bearing pedestal                    |   | c = 0.03 ~ 0.05     | < 0,03   |

Remark :

|                |                            |   |   |
|----------------|----------------------------|---|---|
| Measuring Tool |                            |   |   |
| Recommendation | Accepted /Rework / Replace |   |   |
| Description    | UPK Sebalang               | UPHK Palembang  |   |
|                | Reviewed & Approved by     | Inspected by  | Measured By   |
| Signature      |                            |  |  |
| Name           | Restu Agustina             | Ade Umar S  | Marwan  |
| Devison        | SPV Har Turbine            | SPV Mekanik 1   | Mekanik 1   |

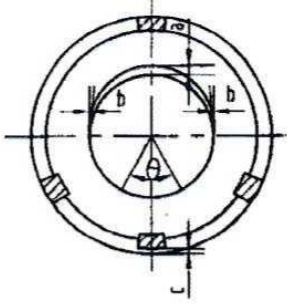
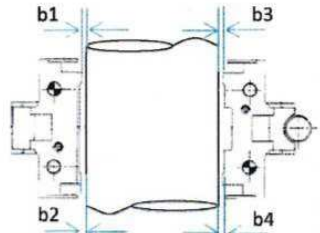
|   |  |                  |   |          |    |          |          |
|---|--|------------------|---|----------|----|----------|----------|
|  | PT PLN (PERSERO) UNIT INDUK PEMBANGKIT SUMATERA BAGIAN SELATAN |                  |  |          |    |          |          |
|   | FORMULIR   |                  |   |          |    |          |          |
|   | FORMULIR PENGUKURAN TURBIN                                     |                  |   |          |    |          |          |
|   | SPV MONITORING DAN QA  |                  |   |          |    |          |          |
| No. Dokumen :   | IK-A.01.11.01/002.c  | Tanggal Terbit : | 07 Juli 2021  | Revisi : | 00 | Halaman: | 1 dari 2 |



|  |  |   |
|--|--|---|
| Equipment : Main Turbine <input checked="" type="checkbox"/> JB 2 <input checked="" type="checkbox"/> JB 3 | Date :   |  |
| Test Item : Clearance  | <input checked="" type="checkbox"/> Final <input type="checkbox"/> Initial |   |

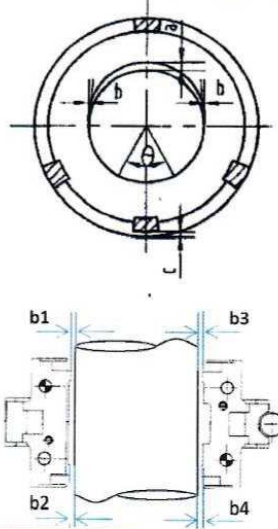
### A. Equipment Specification

- Manufacture : China Chang Jiang Energy Corp.
- Model : N110-8.83/535
- Rate Power : 110000kW
- Rated Speed : 3000r/min
- Frequency : 50 Hz



### B. Measurement Value

| eq                | NAME  | SCHEMATIC PLAN   | REQUIRED VALUE (mm)                              | MEASUREMENT VALUE (mm) |
|-------------------|---|--|--|------------------------|
| Journal bearing 2 | Magnitude of interference between spherical surface and spherical surface seat bearing body |   | 0.13 ~ 0.18                                      | 0,20                   |
|                   | Contact area between spherical surface and spherical surface seat bearing body              |  | ≥ 70%  | 80%                    |
|                   | Split clearance of bearing body   | < 0.03   |  |                        |
|                   | Contact angle of bearing bush and bearing journal   | > 60%  | 60°  |                        |
|                   | Top clearance between bearing bush and bearing journal                                      | a = 0.175 ~ 0.364  | 0,45   |                        |
|                   | Lateral clearance between bearing bush and bearing journal                                  | b = 0.44 ~ 0.53  | b1 = 0,70<br>b2 = 0,70<br>b3 = 0,55<br>b4 = 0,55 |                        |
|                   | Clearance between spherical filling block at bottom and bearing pedestal                    |  | c = 0.03 ~ 0.05                                  | < 0,03                 |

|   |  |                  |   |          |    |          |          |
|---|--|------------------|---|----------|----|----------|----------|
|  | PT PLN (PERSERO) UNIT INDUK PEMBANGKIT SUMATERA BAGIAN SELATAN |                  |  |          |    |          |          |
|   | FORMULIR   |                  |   |          |    |          |          |
|   | FORMULIR PENGUKURAN TURBIN                                     |                  |   |          |    |          |          |
|   | SPV MONITORING DAN QA  |                  |   |          |    |          |          |
| No. Dokumen :   | IK-A.01.11.01/002.c  | Tanggal Terbit : | 07 Juli 2021  | Revisi : | 00 | Halaman: | 2 dari 2 |

| eq                | NAME  | SCHEMATIC PLAN   | REQUIRED VALUE (mm) | MEASUREMENT VALUE (mm)                           |
|-------------------|---|--|---------------------|--|
| Journal bearing 3 | Magnitude of interference between spherical surface and spherical surface seat bearing body |  | 0.13 ~ 0.18         | 0,20   |
|                   | Contact area between spherical surface and spherical surface seat bearing body              |  | ≥ 70%               | 80%  |
|                   | Split clearance of bearing body   |  | < 0.03              |  |
|                   | Contact angle of bearing bush and bearing journal   |  | > 60%               | 60°  |
|                   | Top clearance between bearing bush and bearing journal                                      |  | a = 0.175 ~ 0.364   | 0,45   |
|                   | Lateral clearance between bearing bush and bearing journal                                  |  | b = 0.44 ~ 0.53     | b1 = 0,35<br>b2 = 0,35<br>b3 = 0,40<br>b4 = 0,40 |
|                   | Clearance between spherical filling block at bottom and bearing pedestal                    |  | c = 0.03 ~ 0.05     | 0,03   |

Remark :

|                |                            |   |   |
|----------------|----------------------------|---|---|
| Measuring Tool |                            |   |   |
| Recommendation | Accepted /Rework / Replace |   |   |
| Description    | UPK Sebalang               | UPHK Palembang  |   |
|                | Reviewed & Approved by     | Inspected by  | Measured By   |
| Signature      |                            |  |  |
| Name           | Restu Agustina             | Ade Umar S  | Marwan  |
| Devision       | SPV Har Turbine            | SPV Mekanik 1   | Mekanik 1   |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





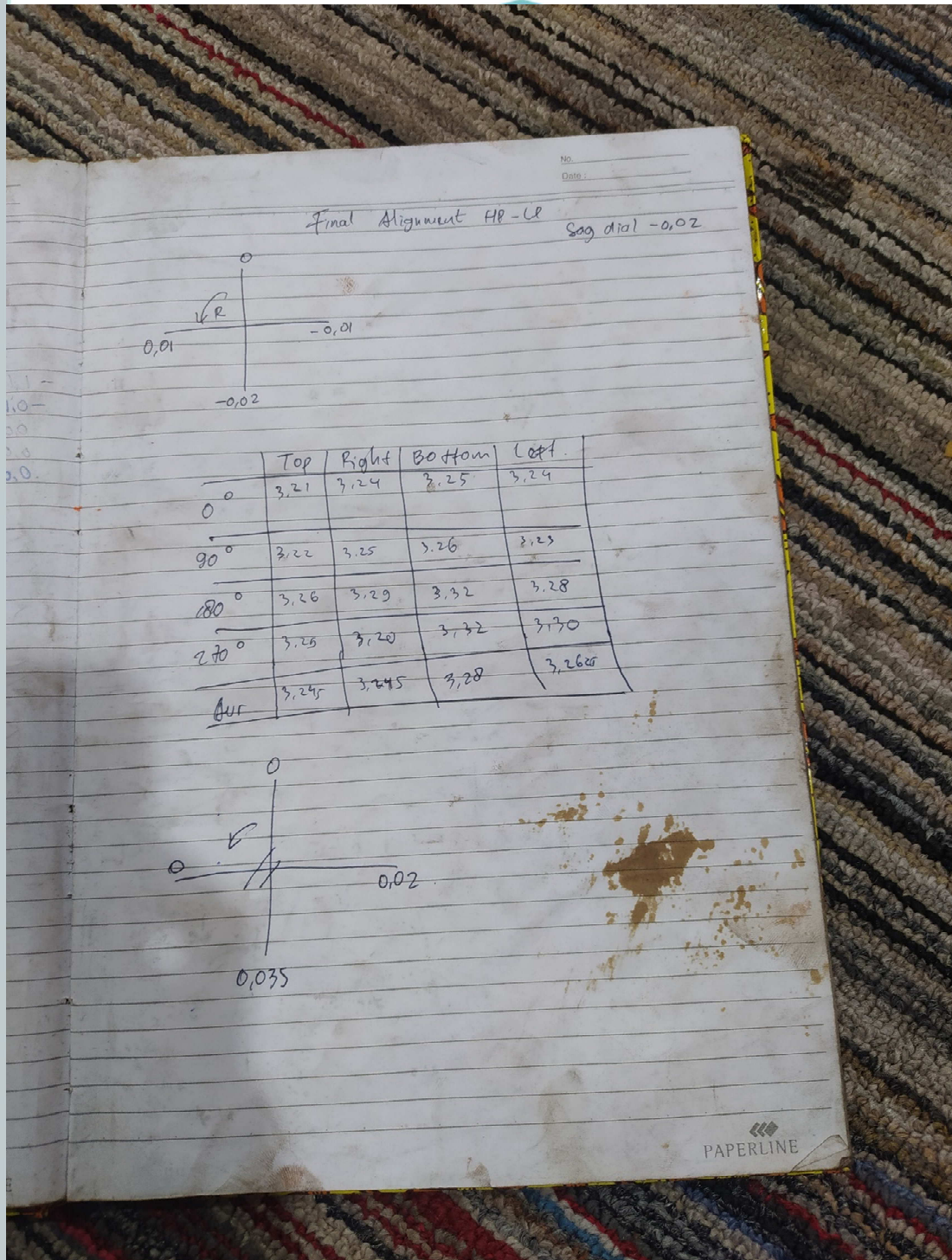


## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

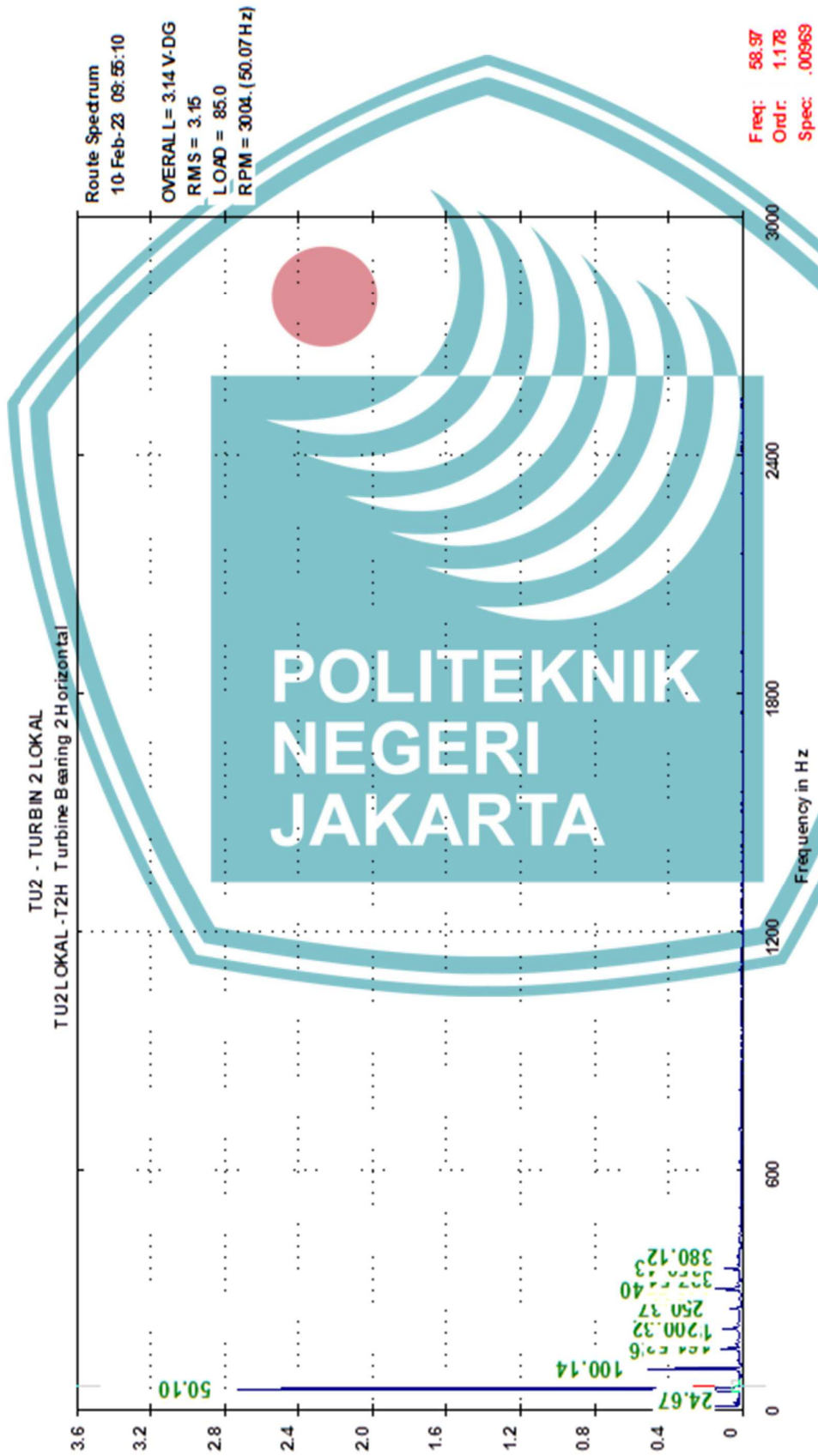
### Lampiran 4. *Final Aligment After Maintenance*



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ampiran 5. Spektrum Vibrasi Setelah perbaikan



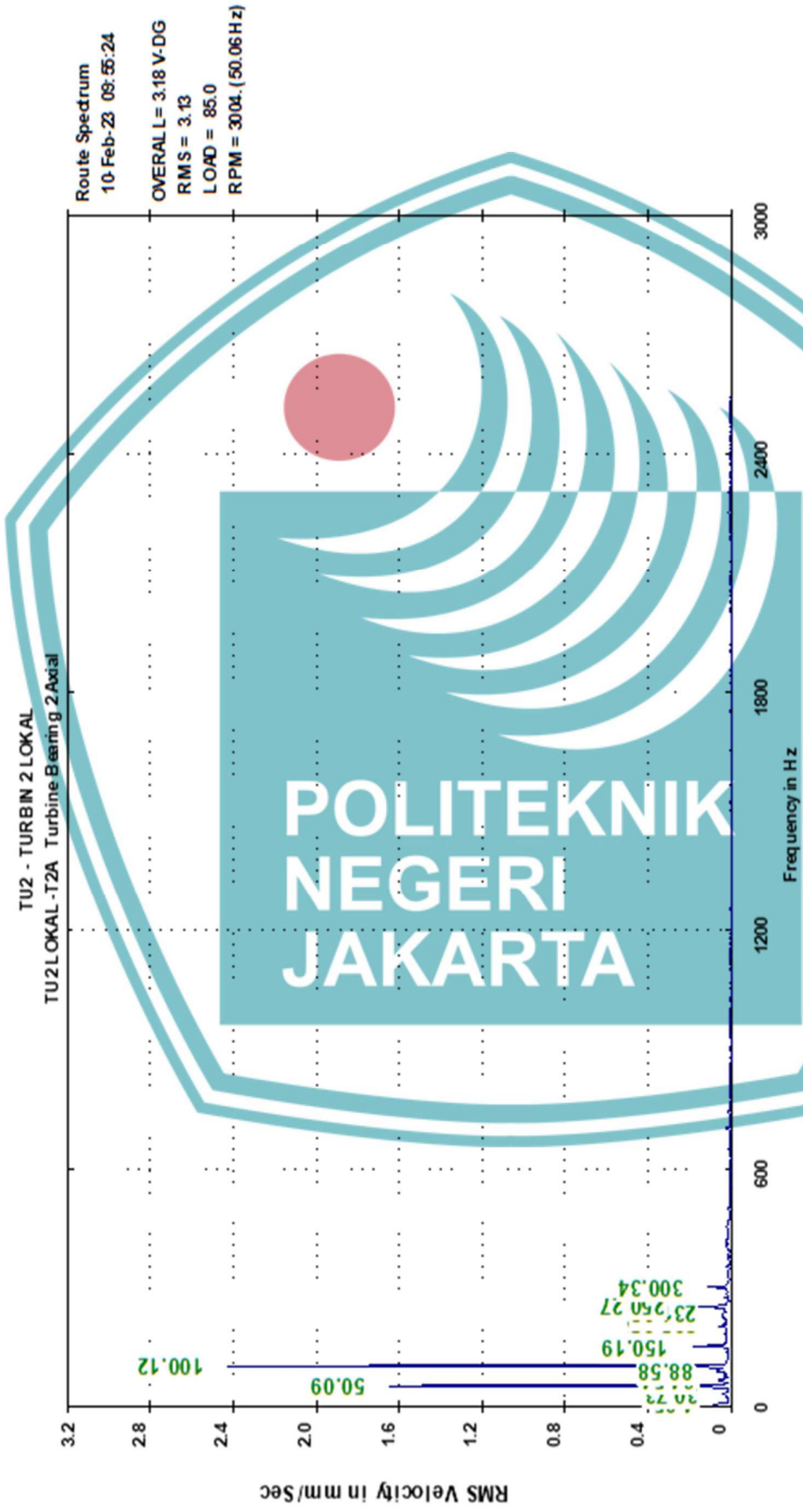


## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta







**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

1. Nama Lengkap : Raihan Pratamasyah Nugraha
2. NIM : 1902421016
3. Tempat, Tanggal Lahir : Garut, 15 Maret 2001
4. Jenis Kelamin : Laki – Laki
5. Alamat : Gudang Baru no. 73C,  
RT06/04, Ciganjur, Jagakarsa,  
Jakarta Selatan, DKI Jakarta
6. Email : [raihan.pratamasyah15@gmail.com](mailto:raihan.pratamasyah15@gmail.com)  
[raihan.pratamasyahnugraha.tm19@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:raihan.pratamasyahnugraha.tm19@mhs.w.pnj.ac.id)
7. Pendidikan
  - a. SD (2007-2013) : SD Negeri Ciganjur 02
  - b. SMP (2013-2016) : SMP Negeri 131 Jakarta
  - c. SMK (2016-2019) : SMK Negeri 29 Jakarta
8. Program Studi : Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik
9. Bidang Peminatan : Mechanical Drawing



**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**