



© 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



**ANALISIS KARAKTERISTIK VIBRASI DAN
SIMULASI PELUMASAN HIDRODINAMIK *TURBINE*
GUIDE BEARING UNTUK INVESTIGASI KEAUSAN
BABBITT PASCA-OVERHAUL PADA UNIT 1 PLTA
KRACAK**

SKRIPSI

Oleh:

Ari Retno Finiji

NIM. 2202421056

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMBANGKIT ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



“Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk keluarga, 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 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

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISIS KARAKTERISTIK VIBRASI DAN SIMULASI PELUMASAN
HIDRODINAMIK *TURBINE GUIDE BEARING* UNTUK INVESTIGASI
KEAUSAN *BABBITT* PASCA-OVERHAUL PADA UNIT 1 PLTA KRACAK**

Oleh:

Ari Retno Finiji

NIM. 2202421056

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

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

Pembimbing 2

Arifia Ekayuliana, S.T., M.T.
NIP. 199107212018032001

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

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



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

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISIS KARAKTERISTIK VIBRASI DAN SIMULASI PELUMASAN
HIDRODINAMIK *TURBINE GUIDE BEARING* UNTUK INVESTIGASI
KEAUSAN *BABBITT* PASCA-OVERHAUL PADA UNIT 1 PLTA KRACAK**

Oleh:

Ari Retno Finiji

NIM. 2202421056

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 8 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Sarjana
Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. NIP. 199107212018032001	Ketua		
2	P. Jannus, S.T., M.T. NIP. 19630426198831004	Penguji 1		
3	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T. NIP. 197111142006041001	Penguji 2		

Depok, 8 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri., S.T., M.Si
NIP. 197602252000121002



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ari Retno Finiji

NIM : 2202421056

Program Studi : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam 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 skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 8 Juli 2026



**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

ANALISIS KARAKTERISTIK VIBRASI DAN SIMULASI HIDRODINAMIK PELUMASAN *TURBINE GUIDE BEARING* UNTUK INVESTIGASI KEAUSAN *BABBITT* PASCA- OVERHAUL PADA UNIT 1 PLTA KRACAK

Ari Retno Finiji¹⁾, Cecep Slamet Abadi²⁾, Arifia Ekayuliana³⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424, Indonesia

Email: ari.retno.finiji.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Turbine Guide Bearing (TGB) merupakan komponen penting pada turbin air yang berfungsi menopang poros melalui mekanisme pelumasan hidrodinamik. Pasca-overhaul Unit 1 PLTA Kracak terjadi peningkatan *bearing metal temperature* yang diikuti keausan lapisan babbitt, meskipun nilai *overall vibration* masih berada dalam batas aman. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik vibrasi, kondisi pelumasan hidrodinamik, serta hubungan antara vibrasi, *clearance*, dan temperatur terhadap keausan babbitt. Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan studi kasus melalui analisis spektrum vibrasi, temperatur, *clearance*, inspeksi visual, dan simulasi pelumasan hidrodinamik menggunakan MATLAB berbasis *Finite Difference Method* (FDM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum perbaikan muncul *fractional harmonics* 0,5X; 1,5X; 2,5X RPM dan frekuensi non-integer 3,68X RPM yang mengindikasikan *mechanical looseness*. Setelah dilakukan *scraping*, harmonik tersebut hilang dan spektrum kembali didominasi frekuensi 1X RPM. Simulasi menunjukkan tidak terjadi fenomena *oil whirl*. Berdasarkan hasil analisis, keausan babbitt disebabkan oleh kegagalan transien lapisan pelumas akibat siklus start-berulang yang memicu kondisi *boundary lubrication*, kenaikan temperatur lokal, serta kerusakan permukaan bantalan.

Kata kunci: *turbine guide bearing*, vibrasi, pelumasan hidrodinamik, babbitt, *Finite Difference Method*.



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

VIBRATION CHARACTERISTICS ANALYSIS AND HYDRODYNAMIC LUBRICATION SIMULATION OF TURBINE GUIDE BEARING FOR POST-OVERHAUL BABBITT WEAR INVESTIGATION IN UNIT 1 OF KRACAK HYDROELECTRIC POWER PLANT

Ari Retno Finiji¹⁾, Cecep Slamet Abadi²⁾, Arifia Ekayuliana³⁾

¹Bachelor of Applied Energy Generation Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, State Polytechnic of Jakarta, Kampus UI Depok, Depok 16424, Indonesia

Email: ari.retno.finiji.tm22@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRACT

The *Turbine Guide Bearing* (TGB) is a critical component in a hydro turbine that supports the shaft through a hydrodynamic lubrication mechanism. Following the overhaul of Unit 1 at Kracak Hydroelectric Power Plant, an increase in bearing metal temperature and babbitt layer wear was observed, although the overall vibration remained within the acceptable limit. This study aims to analyze the vibration characteristics, hydrodynamic lubrication performance, and the relationship between vibration, bearing clearance, and temperature with babbitt wear. A case study approach was employed using vibration spectrum analysis, temperature and clearance measurements, visual inspection, and hydrodynamic lubrication simulation in MATLAB based on the *Finite Difference Method* (FDM). The results showed the presence of 0.5X, 1.5X, and 2.5X RPM fractional harmonics, as well as a 3.68X RPM non-integer frequency before maintenance, indicating mechanical looseness. After the scraping process, these harmonic components disappeared, and the vibration spectrum was dominated by the 1X RPM frequency. The simulation indicated no evidence of oil whirl. The study concludes that babbitt wear was caused by transient lubricant film failure during repeated start-stop cycles, leading to boundary lubrication, localized temperature rise, and surface damage to the bearing.

Keywords: *turbine guide bearing*, vibration, hydrodynamic lubrication, babbitt, *Finite Difference Method*.



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Karakteristik Vibrasi dan Simulasi Pelumasan Hidrodinamik Turbine Guide Bearing untuk Investigasi Keausan Babbitt Pasca-Overhaul pada Unit 1 PLTA Kracak**” tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Tuti Pujiastuti dan Kak Tiyas Kusumawardhani selaku keluarga penyusun yang sudah memberi restu dan dukungan selama penelitian.
2. PT PLN Indonesia Power UBP Saguling unit PLTA Kracak yang telah memberikan kesempatan kepada penyusun untuk melaksanakan penelitian.
3. Bapak Dr. Fuad Zainuri., S.T., M.Si selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Cecep Slamet Abadi, S.T, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi sekaligus Dosen Pembimbing satu Penulis yang telah memberikan bimbingan, arahan serta motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan bimbingan, masukan serta koreksi dengan penuh ketelitian dan kesabaran
6. Lathifa, Naura, Suhayya dan Binti selaku rekan seperjuangan selama perkuliahan sekaligus menjadi tempat keluh kesah penulis.



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

7. Kak Intan, Mba Lita serta seluruh teman-teman *online* dan mutual Instagram penulis yang turut serta mendukung kehidupan penulis.
8. Kepada diri sendiri, terima kasih telah berjalan sejauh ini. Terima kasih telah memeluk lelah tanpa banyak mengeluh, menyimpan air mata tanpa kehilangan harapan, dan tetap percaya bahwa setiap proses memiliki waktunya sendiri untuk sampai. Skripsi ini bukan hanya tentang akhir dari sebuah pendidikan, melainkan tentang perjalanan panjang yang mengajarkan bahwa keberanian terbesar bukanlah tidak pernah jatuh, melainkan selalu memiliki alasan untuk kembali bangkit.
9. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada seseorang yang tidak dapat disebutkan namanya, yang pernah menjadi bagian dalam perjalanan perkuliahan penulis. Kehadirannya telah memberikan semangat dan warna tersendiri bagi penulis dalam menjalani proses penyusunan skripsi. Meskipun pada akhirnya penulis harus menyelesaikan perjalanan ini seorang diri, penulis tetap menghargai setiap dukungan dan pelajaran yang telah diberikan. Semoga setiap langkah yang kini berbeda tetap bermuara pada bahagia.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Depok, 8 Juli 2026

Ari Retno Finiji
NIM. 2202421056



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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR TABEL.....	3
DAFTAR GAMBAR	4
BAB I PENDAHULUAN.....	5
1.1 Latar Belakang Penelitian	5
1.2 Tujuan Penelitian.....	7
1.3 Rumusan Masalah Penelitian	8
1.4 Pertanyaan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Sistematika Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Landasan Teori	10
2.1.1 Bearing (bantalan).....	10
2.1.2 Jenis Bearing	10
2.1.3 Geometri Journal Bearing	11
2.1.4 Sistem Pelumasan	13
2.1.5 Vibrasi	24
2.1.6 Parameter Vibrasi	24
2.1.7 Standar Vibrasi	26
2.1.8 Penyebab Vibrasi.....	26
2.1.9 Babbitt.....	34
2.1.10 Keunggulan Babbitt	35
2.1.11 Jenis Kerusakan Babbitt.....	35
2.2 Kajian Literatur	39



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

2.3.	Kerangka Pemikiran.....	44
BAB III METODE PENELITIAN.....		45
3.1	Jenis Penelitian.....	45
3.2	Objek Penelitian	45
3.3	Metode Pengambilan Sampel.....	45
3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian	46
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	46
3.6	Metode Analisis Data	48
3.6.1	Analisis Vibrasi	48
3.6.2	Simulasi Pelumasan Hidrodinamik Menggunakan MATLAB.....	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Hasil Penelitian	55
4.1.1	Kronologi Kejadian pada Turbine Guide Bearing Unit 1	55
4.1.2	Hasil Nilai Vibrasi Sebelum Perbaikan.....	55
4.1.3	Perhitungan Domain Frekuensi.....	56
4.1.4	Hasil Pengukuran Clearance Sebelum Kerusakan	57
4.1.5	Spektrum Vibrasi Setelah Perbaikan Kerusakan	57
4.1.6	Hasil Pengukuran Clearance Setelah Perbaikan Kerusakan	58
4.1.7	Tren Temperatur	59
4.1.8	Hasil Pengamatan Visual Kerusakan.....	60
4.2	Pembahasan.....	61
4.2.1	Analisis Spektrum Vibrasi Sebelum Perbaikan.....	61
4.2.2	Analisis Pelumasan Hidrodinamik	63
4.2.3	Analisis Spektrum Vibrasi Setelah Perbaikan Kerusakan.....	70
4.2.4	Analisis Keausan Babbitt Berdasarkan Inspeksi Visual.....	72
4.2.5	<i>Root Cause Analysis</i> Keausan Babbitt	75
BAB V PENUTUP.....		78
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN.....		83



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 TABEL

Tabel 4. 1 Kronologi Kejadian	55
Tabel 4. 2 Nilai Vibrasi Bearing Sebelum Perbaikan	56
Tabel 4. 3 Data Teknis Turbin PLTA Kracak.....	56
Tabel 4. 4 Clearance Sebelum Perbaikan	57
Tabel 4. 5 Nilai Vibrasi Setelah Perbaikan.....	58
Tabel 4. 6 Clearance Setelah Perbaikan	58
Tabel 4. 7 Hasil Pengamatan Visual Kerusakan.....	60
Tabel 4. 8 Parameter Perhitungan	64
Tabel 4. 9 Data Hasil Simulasi MATLAB Celah 0,07 mm.....	68
Tabel 4. 10 Data Hasil Simulasi MATLAB Celah 0,10 mm.....	68

**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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Tipe Journal Bearing	10
Gambar 2. 2 Notasi pada journal bearing.....	11
Gambar 2. 3 Mekanisme pelumasan menghasilkan gaya angkat.....	14
Gambar 2. 4 Kondisi film daerah pelumasan.....	15
Gambar 2. 5 Standar Vibrasi ISO 10816-3	26
Gambar 2. 6 Static Imbalance	27
Gambar 2. 7 Couple Imbalance.....	28
Gambar 2. 8 Dynamic Imbalance.....	29
Gambar 2. 9 Misalignment.....	29
Gambar 2. 10 Angular Misalignment.....	30
Gambar 2. 11 Parallel Misalignment.....	31
Gambar 2. 12 Rotating Looseness	31
Gambar 2. 13 Stuctural Looseness.....	32
Gambar 2. 14 Journal Bearing Wear	33
Gambar 2. 15 Journal Bearing Oil Whirl	33
Gambar 2. 16 Worm Scratch	36
Gambar 2. 17 Bulk Loss.....	36
Gambar 2. 18 Wear.....	37
Gambar 2. 19 Creep	38
Gambar 2. 20 Wiping	39
Gambar 3. 1 Turbine Guide Bearing.....	45
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengumpulan Data	46
Gambar 4. 1 Tren Temperatur	59
Gambar 4. 2 Spektrum Horizontal TGB Sebelum Perbaikan	61
Gambar 4. 3 Spektrum Vertikal TGB Sebelum Perbaikan.....	62
Gambar 4. 4 Spektrum Axial TGB Sebelum Perbaikan.....	63
Gambar 4. 5 Grid Independence Test.....	66
Gambar 4. 6 Simulasi Pelumasan Hidrodinamik Celah 0,07 mm.....	67
Gambar 4. 7 Simulasi Pelumasan Hidrodinamik Celah 0,10 mm.....	68
Gambar 4. 8 Spektrum Horizontal TGB Setelah Perbaikan	70
Gambar 4. 9 Spektrum Vertikal TGB Setelah Perbaikan	71
Gambar 4. 10 Spektrum Axial TGB Setelah Perbaikan	72
Gambar 4. 11 Root Cause Analysis Keausan Babbitt	75

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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Turbin air merupakan komponen utama pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang berfungsi mengubah energi hidrolik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan generator. Dalam operasinya, turbin didukung oleh berbagai komponen yang bekerja secara terintegrasi untuk menjaga kestabilan putaran poros. Salah satu komponen tersebut adalah *turbine guide bearing* (TGB), yaitu bearing hidrodinamik yang berfungsi menopang poros turbin, menjaga posisi rotor selama beroperasi, serta mengurangi gesekan melalui lapisan film pelumas yang terbentuk di antara permukaan poros dan bearing.

Kinerja *turbine guide bearing* sangat dipengaruhi oleh kondisi pelumasan, distribusi beban, dan kondisi permukaan lapisan babbitt. Perubahan pada salah satu faktor tersebut dapat menyebabkan perubahan karakteristik dinamis sistem rotor-bearing. Pada kondisi tertentu, degradasi yang terjadi pada bearing dapat menimbulkan peningkatan temperatur, perubahan pola vibrasi, penurunan stabilitas rotor, hingga keausan pada lapisan babbitt. Oleh karena itu, pemantauan kondisi bearing menjadi aspek penting dalam pengoperasian turbin air.

Vibrasi dan temperatur merupakan parameter yang umum digunakan untuk mengevaluasi kondisi mesin berputar, termasuk *turbine guide bearing*. Temperatur bearing dapat menunjukkan kondisi pelumasan dan distribusi beban yang terjadi selama operasi, sedangkan vibrasi dapat menggambarkan respons dinamis sistem rotor-bearing akibat perubahan kondisi mekanis. Analisis vibrasi telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi berbagai gangguan pada mesin berputar, seperti *unbalance*, *misalignment*, *mechanical looseness*, maupun kerusakan pada bearing. Selain itu, analisis spektrum vibrasi juga memungkinkan

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

identifikasi karakteristik frekuensi tertentu yang tidak selalu terlihat pada nilai vibrasi keseluruhan (*overall vibration*).

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas penyebab degradasi pada *journal bearing* maupun *turbine guide bearing* melalui pendekatan temperatur, clearance, analisis vibrasi, simulasi pelumasan, maupun inspeksi visual secara terpisah. Penelitian oleh Wardianto menunjukkan bahwa kenaikan temperatur dipengaruhi oleh ketidaksesuaian *clearance bearing*, sedangkan Branagan mengklasifikasikan berbagai jenis kerusakan babbitt berdasarkan hasil inspeksi visual. Di sisi lain, Glavatskih dkk. menunjukkan bahwa keausan *journal bearing* dapat memunculkan *additional harmonics* pada spektrum vibrasi, sementara Simmons dkk. menjelaskan pengaruh karakteristik pelumasan terhadap perilaku dinamis *guide bearing*.

Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih mengkaji masing-masing parameter secara terpisah sehingga hubungan antara karakteristik spektrum vibrasi, kondisi pelumasan hidrodinamik, *clearance bearing*, dan hasil inspeksi visual dalam menjelaskan mekanisme keausan babbitt pada *turbine guide bearing* masih belum banyak dikaji, khususnya berdasarkan data operasi aktual pasca-*overhaul* pada pembangkit listrik tenaga air

Pada Unit 1 PLTA Kracak ditemukan peningkatan temperatur logam bearing (*bearing metal temperatur*) pada *turbine guide bearing* yang kemudian diikuti dengan ditemukannya keausan pada lapisan babbitt saat dilakukan inspeksi. Meskipun demikian, hasil pemantauan menunjukkan bahwa nilai *overall vibration* masih berada dalam batas yang diizinkan sebelum terjadinya perbaikan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa parameter vibrasi secara keseluruhan belum tentu mampu merepresentasikan kondisi aktual bearing secara komprehensif. Oleh sebab itu, diperlukan analisis yang lebih rinci terhadap spektrum vibrasi untuk

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

mengidentifikasi karakteristik frekuensi yang berpotensi menjadi indikasi adanya degradasi pada bearing.

Berdasarkan hasil pengamatan spektrum vibrasi, ditemukan kemunculan beberapa harmonik frekuensi putaran pada kondisi sebelum perbaikan. Setelah dilakukan tindakan *scraping* pada permukaan bearing, jumlah dan amplitudo harmonik yang muncul mengalami penurunan. Perubahan tersebut menunjukkan adanya keterkaitan antara kondisi fisik bearing dengan respons vibrasi yang dihasilkan selama operasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik vibrasi dan sistem pelumasan pada *turbine guide bearing* Unit 1 PLTA Kracak yang mengalami keausan lapisan babbitt. Metode penelitian dilakukan dengan menganalisis data vibrasi, temperatur bearing sebelum serta sesudah tindakan perbaikan, simulasi pelumasan hidrodinamik menggunakan MATLAB kemudian mengorelasikannya dengan hasil inspeksi kondisi babbitt. Analisis difokuskan pada evaluasi spektrum vibrasi, kondisi operasional dan simulasi pelumasan guna mengidentifikasi faktor yang berkaitan dengan degradasi bearing. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai penyebab keausan babbitt serta menjadi referensi dalam pengembangan metode pemantauan kondisi *turbine guide bearing* pada pembangkit listrik tenaga air.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik spektrum vibrasi pada *Turbine Guide Bearing* Unit 1 PLTA Kracak sebelum dan sesudah dilakukan tindakan perbaikan.
2. Menganalisis kondisi *clearance* pada *Turbine Guide Bearing* serta pengaruhnya terhadap kondisi pelumasan bantalan.

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

3. Menganalisis hubungan antara karakteristik vibrasi, kondisi *clearance* bearing, dan kenaikan *bearing metal temperatur* terhadap terjadinya keausan babbitt pada *Turbine Guide Bearing*.

1.3 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terjadinya keausan babbitt pada *Turbine Guide Bearing* Unit 1 PLTA Kracak yang ditandai dengan peningkatan *bearing metal temperatur* setelah pelaksanaan overhaul.
2. Munculnya karakteristik harmonik pada spektrum vibrasi *Turbine Guide Bearing* meskipun nilai *overall vibration* masih berada dalam batas yang diizinkan.
3. Belum diketahui hubungan antara karakteristik vibrasi, kondisi *clearance* bearing, dan kenaikan temperatur terhadap terjadinya keausan babbitt pada *Turbine Guide Bearing*.

1.4 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka pertanyaan yang terdapat pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik spektrum vibrasi pada *Turbine Guide Bearing* sebelum dan sesudah tindakan perbaikan?
2. Bagaimana kondisi *clearance Turbine Guide Bearing* serta pengaruhnya terhadap kestabilan pelumasan bantalan?
3. Bagaimana hubungan antara karakteristik vibrasi, kondisi *clearance* dan kenaikan temperatur terhadap terjadinya keausan babbitt pada *Turbine Guide Bearing*?

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang terdapat pada penelitian sebagai berikut:

1. Menambah wawasan bagi peneliti tentang bagaimana cara untuk mengidentifikasi penyebab kenaikan temperatur turbine guide bearing.



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

2. Melatih mahasiswa mengaplikasikan ilmu dan keahlian yang telah dipelajari selama masa perkuliahan
3. Memahami bagaimana cara pemeliharaan dan perawatan pada turbine guide bearing
4. Dapat bermanfaat sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika dalam penulisan skripsi ini disusun menjadi beberapa bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat landasan teori berupa tinjauan literatur, konsep, teori dan kajian Pustaka yang berkaitan diulas secara rinci

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang pemaparan metode yang digunakan dalam penyelesaian skripsi, berupa objek penelitian yang menjadi focus, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data penelitian serta alur penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi uraian hasil dari rancangan penelitian yang telah dilakukan, menjelaskan bagaimana hasil dari metode yang sudah digunakan dalam penelitian serta pembahasan secara terperinci terkait dengan tujuan dari penelitian yang sudah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengolahan data dan pembahasan yang sudah dilakukan , selain itu bab ini juga memberikan saran terkait dari temuan beserta dengan pembahasan sebagai bahan pertimbangan perusahaan dalam mengambil langkah perawatan komponen.

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 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Hasil analisis spektrum vibrasi yang dilakukan satu bulan sebelum terjadinya kerusakan menunjukkan adanya indikasi mechanical looseness, yang ditandai dengan munculnya komponen dominan $1\times$ RPM disertai harmonik pada arah horizontal dan vertikal. Meskipun nilai *overall vibration* masih berada pada Zona A berdasarkan standar ISO 10816-3, analisis spektrum mampu mendeteksi indikasi awal degradasi yang tidak dapat diidentifikasi hanya melalui evaluasi nilai *overall vibration*. Hal ini menunjukkan bahwa analisis spektrum vibrasi lebih sensitif dalam mendeteksi potensi kerusakan dini pada *journal bearing*.
2. Hasil simulasi pelumasan hidrodinamik menggunakan metode FDM menunjukkan bahwa pada kondisi operasi tunak (*steady-state*), distribusi tekanan hidrodinamik masih mampu menopang beban rotor sehingga film pelumas tetap terbentuk dengan baik. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa sistem pelumasan masih bekerja secara hidrodinamik selama kondisi operasi normal dan tidak ditemukan indikasi kegagalan pelumasan permanen maupun fenomena *oil whirl*. Dengan demikian, simulasi FDM mampu merepresentasikan kondisi pelumasan *journal bearing* serta mendukung interpretasi hasil analisis vibrasi.
3. Berdasarkan hasil *Root Cause Analysis* (RCA), keausan lapisan babbitt pada *Turbine Guide Bearing* Unit 1 tidak disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan oleh kombinasi beberapa faktor yang saling berkontribusi, yaitu mechanical looseness, kondisi operasi transien akibat beberapa kali proses *start-up* dan *shutdown*, serta temperatur

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

operasi yang sempat melebihi batas alarm. Kombinasi faktor-faktor tersebut meningkatkan kemungkinan terjadinya kontak antara *journal* dan lapisan babbitt sehingga menyebabkan kerusakan berupa *scoring*, *wiping*, *pitting*, dan kerusakan pada *oil groove*, yang kemudian terverifikasi melalui hasil inspeksi visual setelah *overhaul*.

5.2 Saran

Guna meningkatkan keandalan operasi dan mencegah terulangnya kegagalan serupa pada Turbine Guide Bearing di masa mendatang, disarankan beberapa langkah berikut:

1. Disarankan dilakukan rebabbitting atau penggantian Turbine Guide Bearing sebagai tindakan perbaikan terhadap kerusakan babbitt yang ditemukan pada penelitian ini agar sistem pelumasan hidrodinamik dapat bekerja secara optimal.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan parameter batas operasi (*operating limits*), seperti bearing metal temperature dan clearance, berdasarkan karakteristik operasi aktual masing-masing unit. Penentuan nilai batas yang sesuai diharapkan dapat meningkatkan keandalan sistem monitoring dalam mendeteksi secara dini indikasi degradasi pelumasan, peningkatan temperatur, maupun potensi keausan babbitt.
3. Implementasi pengujian kualitas oli berkala dilakukan sebagai upaya meningkatkan efektivitas *condition monitoring* pada Turbine Guide Bearing. Pengelola PLTA Kracak disarankan menerapkan pengujian kualitas oli secara periodik menggunakan metode seperti *ferrography analysis* atau *particle counting* untuk mendeteksi partikel keausan (*wear debris*), kontaminasi, maupun degradasi pelumas sehingga potensi kerusakan bantalan dapat diidentifikasi sejak dini.
4. Pemantauan kondisi Turbine Guide Bearing sebaiknya tidak hanya mengandalkan analisis vibrasi yang dilakukan namun juga real – time



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

condition monitoring menggunakan sensor vibrasi guna meningkatkan kualitas keandalan mesin

5. Meminimalkan frekuensi proses *start-up* dan *shutdown* apabila tidak diperlukan serta mengikuti prosedur operasi yang telah ditetapkan, mengingat kondisi transien berpotensi mengganggu pembentukan film pelumas hidrodinamik dan meningkatkan risiko kontak antara *journal* dan lapisan babbitt.





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 PUSTAKA

Alfandi, F. *et al.* (no date) *KAJI NUMERIK PENGARUH BEBAN DINAMIK TERHADAP KETEBALAN LAPISAN FILM DAN TEKANAN HIDRODINAMIK PADA JOURNAL BEARING MENGGUNAKAN FINITE DIFFERENCE METHOD*, Jom FTEKNIK.

Branagan, L.A. (2015) "Survey of damage investigation of babbitted industrial bearings," *Lubricants*, 3(2), pp. 91–112. Available at: <https://doi.org/10.3390/lubricants3020091>.

Hamrock, B.J., Schmid, S.R., and Jacobson, B.O.. (2004) *Fundamentals of fluid film lubrication*. Marcel Dekker.

International Organization for Standardization, I. 10816-3 (2009) "International Organization for Standardization, ISO 10816-3: Mechanical Vibration — Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non-Rotating Parts — Part 3. Geneva, Switzerland, 2009."

J. H. Ferziger, M. Perić and R. L. Street (2020) "Computational Methods for Fluid Dynamics, 4th ed. Cham, Switzerland: Springer."

Khonsari, M.M. and Booser, E.R. (2017) *Applied Tribology: Bearing Design and Lubrication (3rd ed.)*. Wiley.

Khurmi, R.S. and Gupta, J.K. (2005) *A Textbook of Machine Design*. Eurasia Publishing House.

Ling Qiu, Z. (no date) *Title: A theoretical and experimental study on dynamic characteristics of journal bearings*. Available at: <http://ro.uow.edu.au/theses/1567>.

Mobius Institute (2018) "Mobius Institute, Vibration Analysis Training Manual."

O. Pinkus and B. Sternlicht (1961) *heory of Hydrodynamic Lubrication*. New York, NY, USA: McGraw-Hill.

Pinkus, O. and Sternlicht, B. (1961) *Theory of Hydrodynamic Lubrication*. McGraw-Hill.

Plantegenet, T. *et al.* (2020) "The Thermal Unbalance Effect Induced by a Journal Bearing in Rigid and Flexible Rotors: Experimental Analysis," *Tribology Transactions*, 63(1), pp. 52–67. Available at: <https://doi.org/10.1080/10402004.2019.1658836>.

Pratama, B.A. *et al.* (2023) "Analisis Kenaikan Temperature pada Turbine Guide Bearing untuk Pemeliharaan Periodik Unit 2 PLTA Maninjau," *Jurnal Teknik*



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

Industri Terintegrasi, 6(3), pp. 759–769. Available at: <https://doi.org/10.31004/jutin.v6i3.17093>.

Roache, P.J. (1998) “Verification and Validation in Computational Science and Engineering. Hermosa Publishers.”

S. C. Chapra and R. P. Canale (2020) “Numerical Methods for Engineers, 8th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education.”

S. Zhang, Y.L. et al. (2021) “‘Failure Analysis of Journal Bearing Based on Wear Characteristics,’ Engineering Failure Analysis.”

Simmons, G.F. *et al.* (2014) “Steady state and dynamic characteristics for guide bearings of a hydro-electric unit,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 228(8), pp. 836–848. Available at: <https://doi.org/10.1177/1350650114533101>.

Sularso, & S.K. (1997) *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

**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

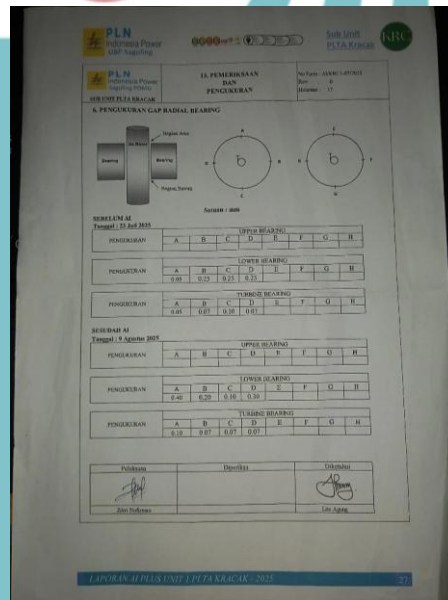
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

INPUT CALIBRATION				TIME SETTING			
MEASURING C	VARIABLE	TEMPERATURE °C				LIMITS TIME	
		DESCRIPTION	ACTUAL	HIGH	TOO HIGH	N	VARIABLE SETTING
AL 01	TU GUIDE BEARING TEMP 1		77.1	75.0	80.0		Tm_Lm_Sr 330
AL 02	TU GUIDE BEARING TEMP 2		75.8	75.0	80.0		Tm_Lm_Sp 800
AL 03	STATOR WINDING TEMP 1		65.4	80.0	85.0	NG	Qv_mLm_TQv 20
AL 04	STATOR WINDING TEMP 2		64.2	80.0	85.0	EP 1	TL_G_Op 120
AL 05	STATOR WINDING TEMP 3		63.6	80.0	85.0	EP 2	TL_G_Op1 20
AL 06	GEN THRUST BEARING TEMP 1		42.6	75.0	80.0	EP 1	TL_LO_p 10
AL 07	GEN THRUST BEARING TEMP 2		41.9	75.0	80.0	EP 2	TL_LO_p1 10
AL 08	GEN THRUST BEARING TEMP 3		42.4	75.0	80.0		TL_Wt 15
	GEN UPPER GUIDE BEARING TEMP 1		43.2	65.0	75.0		TL_Wt1 60
	GEN UPPER GUIDE BEARING TEMP 2		42.6	65.0	75.0		TL_Mx_op 160
	GEN BOTTOM GUIDE BEARING TEMP 1		56.4	65.0	75.0		TL_Mx_of 330
	GEN BOTTOM GUIDE BEARING TEMP 2		54.7	65.0	75.0		TL_Bk 60
							TL_O_Cb 3
							TL_Qul 15

Lampiran 1 Suhu TGB yang melewati batas alarm

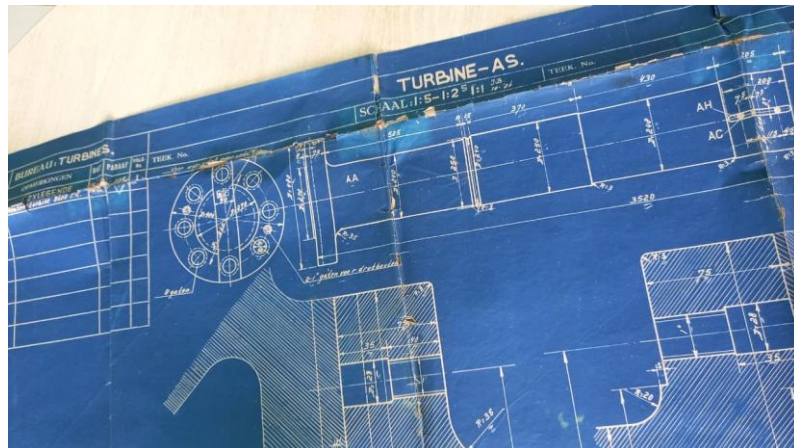


The form is titled "PENGUKURAN GAP RADIAL BEARING" and includes a diagram of a bearing with points A through H marked. Below the diagram is a table for recording measurements. The table has columns for "PENGUKURAN" (Measurement) and "GAP" (Gap). The rows are labeled "UPPER BEARING", "LOWER BEARING", and "THROTTLE BEARING". The "GAP" column has sub-columns for "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", and "H". The "UPPER BEARING" row has a "GAP" of 0.02. The "LOWER BEARING" row has a "GAP" of 0.02. The "THROTTLE BEARING" row has a "GAP" of 0.02. The form also includes a section for "PENGUKURAN" (Measurement) and "GAP" (Gap) with a table for recording measurements. The table has columns for "PENGUKURAN" (Measurement) and "GAP" (Gap). The rows are labeled "UPPER BEARING", "LOWER BEARING", and "THROTTLE BEARING". The "GAP" column has sub-columns for "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", and "H". The "UPPER BEARING" row has a "GAP" of 0.02. The "LOWER BEARING" row has a "GAP" of 0.02. The "THROTTLE BEARING" row has a "GAP" of 0.02. The form also includes a section for "PENGUKURAN" (Measurement) and "GAP" (Gap) with a table for recording measurements. The table has columns for "PENGUKURAN" (Measurement) and "GAP" (Gap). The rows are labeled "UPPER BEARING", "LOWER BEARING", and "THROTTLE BEARING". The "GAP" column has sub-columns for "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", and "H". The "UPPER BEARING" row has a "GAP" of 0.02. The "LOWER BEARING" row has a "GAP" of 0.02. The "THROTTLE BEARING" row has a "GAP" of 0.02.

Lampiran 2 Clearance sebelum kerusakan

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 3 Geometri shaft unit 1

PLN Indonesia Power		DATA HARIAN PLTA KIRAKAK - SUB UNIT URP DASUKING LOKASI : KIRAKAK												UNIT 1 DATA HEBEL : 09 PL 101 TANGGAL : 17/10/2024																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
PULSE	EXCITATION PANEL				GEOMETRIC PANEL												OIL CIRCULATION (TEMPERATURE)												TEMPERATURE (°C)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	LOAD	AA	BB	CC	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	SPD	



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

 PLN Indonesia Power		DATA HARIAN PLTA KRACAK - SUB UNIT URP SAGULING LOKASI : RUANG GENERATOR																		UNIT : 1 (SATU) NAME : 90111															
EXCITATION PANEL		GEIGIC PANEL																		TANGKAL : 10 - 10 - 2025															
PUNUK	LOAD	MA	KV	SSP	LSP	GV POS	Tm. Guide Brg									Thrust Brg			Upper Brg			Bottom Brg			FLOW	OIL CIRCULATION (BAR)		TEMPERATURE (°C)		Urea Level	Urea Control	Humidity			
							1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Oil Inlet	Oil Out	Oil Temp	Oil Level						
10:00																																			
11:00																																			
12:00																																			
13:00																																			
14:00																																			
15:00																																			
16:00																																			
17:00	1	32.5	5.7	52	AO	52	52	59.1	52.9	66.3	63.9	69.5	69.6	70.7	53.9	68.7	52.0	53.7			76	52	50	2.9	97.0										
18:00	1	32.1	5.7	52	AO	52	52	55.2	62.9	63.9	62.9	66.2	68.5	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
19:00	1	32.5	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
20:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
21:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
22:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
23:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
0:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
1:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
2:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
3:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
4:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
5:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
6:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
7:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
8:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
9:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
10:00	1	32.1	6	52	AO	52	52	60.7	62.9	68.1	67.8	66.8	68.1	68.9	70.2	55.3	68.7	52.7	53.5		76	52	49.4	2.9	97.0										
ALARM																																			
TRIP																																			
OPERATOR PLTA KRACAK							DATARAN KEJADIAN : 01 // 16:18																		Mengebitu : ASIAN PLTA Krakak										
DINAS		REGU		NAMA		TTD																													
10:00 - 15:00																																			
15:00 - 22:00																																			
22:00 - 04:00																																			



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

PLN Indonesia Power		DATA HARIAN PLTA KRACAK - SUB UNIT URIP SAGULING LOKASI : RUANG GENERATOR																UNIT : 1 (SATU)		HARI : MINGGU		TANGGAL : 19.10.2025												
EXCITATION PANEL								GEIGH PANEL										OIL CIRCULATION (BAR)						TEMPERATURE (°C)										
PUKUL	EXCITATION PANEL				SSP	SPEED	LSP	GV POS	Tie Guide Brg			Stator Winding			Thrust Brg			Upper Brg			Bottom Brg			FLOW	Oil Ltr/hr	Oil Circ.	Temperature		Oil Level	TRF	Lubera Lustr	Lubera Genera tor	Humidity	
	LOAD	MA	KV	W					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				1	2						3
10.00	4	57.4	6	52	100	52	52	70.6	66.5	68.5	68.4	68.4	67.8	68.2	68.5	67.3	65.1	67.3	65.7							44	50	50	50	50	50	0.70		
11.00	4	57.5	6	52	100	52	52	70.8	66.5	70.3	70.1	68.4	68.0	68.3	68.6	67.4	65.2	67.7	66.2							44	50	50	50	50	50	0.70		
12.00	4	57.6	6	52	100	52	52	71.1	66.7	70.4	70.4	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	67.9	66.4							44	50	50	50	50	50	0.70		
13.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.2	66.8	70.5	70.5	68.5	68.4	68.7	68.9	67.4	65.6	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
14.00	4	57.7	6	52	100	52	52	71.0	66.6	70.3	70.3	68.3	68.2	68.5	68.7	67.2	65.4	67.8	66.3							44	50	50	50	50	50	0.70		
15.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
16.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
17.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
18.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
19.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
20.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
21.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
22.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
23.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
0.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
1.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
2.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
3.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
4.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
5.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
6.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
7.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
8.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
9.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
10.00	4	57.8	6	52	100	52	52	71.1	66.6	70.3	70.3	68.4	68.3	68.6	68.8	67.3	65.5	68.0	66.5							44	50	50	50	50	50	0.70		
ALARM								80	60	80	80	60	85	85	60	60	85	85	60	60														
TRIP								70	70	85	85	85	75	75	75	75	70	70																
OPERATOR PLTA KRACAK								CATATAN KEJADIAN : UI * 08.45																Meninggal : ASMAN PLTA Krakak										
DINAS		REGU		NAMA				TID																										
07.00 - 15.00																																		
15.00 - 22.00																																		
22.00 - 07.00																																		

Lampiran 7 Data Operasional Unit 1

```
1 % =====
2 % PROGRAM MATLAB: PENYELESAIAN NUMERIK PERSAMAAN REYNOLDS 2D FDM
3 % KASUS: TURBINE GUIDE BEARING (TGB) UNIT 1 PLTA KRACAK (4 OIL GROOVES)
4 % =====
5 clc; clear; close all;
6
7 % 1. PARAMETER INPUT GEOMETRI & OPERASIONAL BANTALAN
8 D = 0.240; % Diameter Jurnal/Poros (m) -> 240 mm
9 L = 0.390; % Lebar Bantalan (m) -> Dari rasio L/D = 1.625
10 c = 0.00007; % Celah Radial Aktual (m) -> 0.07 mm dan 0.10 mm
11 mu = 0.0102250; % Viskositas Dinamis Oli (Pa.s) pada suhu operasi
12 RPM = 750; % Kecepatan Putar Poros Turbin (RPM)
13 W_target = 35550; % Beban Radial Beban Hidrodinamik Poros (N) -> 16 kN
14
15 % Parameter Turunan
16 R = D/2; % Jari-jari poros (m)
17 omega = 2 * pi * RPM / 60; % Kecepatan sudut (rad/s)
18 U = omega * R; % Kecepatan tangensial permukaan poros (m/s)
19
```

Lampiran 8 Coding MATLAB

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

```

20 % 2. DISKRETISASI GRID (FINITE DIFFERENCE METHOD)
21 Nx = 73; % Diubah ke 73 (ganjil) agar kuadran 90, 180, 270 pas di titik grid
22 Nz = 40; % Jumlah pembagian grid arah lebar bantalan (Z)
23 theta = linspace(0, 2*pi, Nx);
24 z = linspace(-L/2, L/2, Nz);
25 dtheta = theta(2) - theta(1);
26 dz = z(2) - z(1);
27
28 % Tentukan indeks grid untuk 4 alur oli (Grooves)
29 idx_90 = round(1 * (Nx-1) / 4) + 1; % Sudut 90 derajat (Indeks 19)
30 idx_180 = round(2 * (Nx-1) / 4) + 1; % Sudut 180 derajat (Indeks 37)
31 idx_270 = round(3 * (Nx-1) / 4) + 1; % Sudut 270 derajat (Indeks 55)
32 % Catatan: Sudut 0 dan 360 derajat otomatis di indeks 1 dan Nx
33
34 % 3. ALGORITMA ITERASI MENCARI EKSENTRISITAS (EPSILON)
35 eps_guess = 0.15; % Tebakan awal rasio eksentrisitas
36 tolerance = 5; % Toleransi sisa gaya (Newton)
37 alpha = 0.01; % Faktor relaksasi penyesuaian epsilon
38 max_iter = 1500; % Batas maksimal iterasi gaya
39

```

Lampiran 9 Coding MATLAB

```

40 fprintf('Menghitung parameter hidrodinamik dengan FDM MATLAB (4 Alur Oli)...\\n');
41
42 for iter = 1:max_iter
43     % Distribusi ketebalan film oli (h) sepanjang keliling bantalan
44     h = c * (1 + eps_guess * cos(theta));
45     dh_dtheta = -c * eps_guess * sin(theta);
46
47     % Inisialisasi Matriks Tekanan Fluida P(Baris=Theta, Kolom=Z)
48     P = zeros(Nx, Nz);
49     P_old = P;
50
51     % Solver Internal: Gauss-Seidel dengan Kondisi Batas Kavitas Reynolds
52     for sor = 1:1000
53         for i = 2:Nx-1
54             for j = 2:Nz-1
55
56                 % KONDISI BATAS INTERNAL: Paksa P = 0 di lokasi 4 alur oli
57                 if i == idx_90 || i == idx_180 || i == idx_270
58                     P(i,j) = 0;
59                     continue; % Lompat ke titik grid berikutnya
60                 end

```

Lampiran 10 Coding MATLAB

```

62 % Interpolasi ketebalan film oli di batas grid tengah (Central Difference)
63 h_mid = h(i);
64 h_east = 0.5 * (h(i) + h(i+1));
65 h_west = 0.5 * (h(i) + h(i-1));
66
67 % Koefisien skema FDM Persamaan Reynolds 2D
68 A = (h_east^3 + h_west^3)/(R^2 * dtheta^2) + (2 * h_mid^3)/dz^2;
69 B = (h_east^3 * P(i+1,j) + h_west^3 * P(i-1,j))/(R^2 * dtheta^2) + (h_mid^3 * (P(i,j+1) + P(i,j-1)))/dz^2;
70 RHS = 6 * mu * U * dh_dtheta(i) / R; % Sisi kanan persamaan
71
72 % Update nilai tekanan pada titik grid (i,j)
73 P(i,j) = (B - RHS) / A;
74
75 % Syarat Batas Kavitas Gumbel (Tekanan tidak boleh negatif)
76 if P(i,j) < 0
77     P(i,j) = 0;
78 end
79 end
80 end

```

Lampiran 11 Coding MATLAB

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

```

81         % Cek konvergensi distribusi tekanan
82         if max(abs(P(:) - P_old(:))) < 1e-5
83             break;
84         end
85         P_old = P;
86     end
87
88     % INTEGRASI NUMERIK UNTUK MENCARI GAYA ANGKAT FLUIDA TOTAL (W_calc)
89     W_x = 0; W_y = 0;
90     for i = 1:Nx
91         for j = 1:Nz
92             W_x = W_x + P(i,j) * cos(theta(i)) * R * dtheta * dz;
93             W_y = W_y + P(i,j) * sin(theta(i)) * R * dtheta * dz;
94         end
95     end
96     W_calc = sqrt(W_x^2 + W_y^2);
97
98     % Evaluasi Error Beban
99     error_W = W_calc - W_target;

```

Lampiran 12 Coding MATLAB

```

101 % Jika gaya angkat oli sudah setimbang dengan beban turbin asli, iterasi STOP
102 if abs(error_W) < tolerance
103     break;
104 end
105
106 % Update tebakan epsilon secara otomatis untuk iterasi berikutnya
107 eps_guess = eps_guess - alpha * (error_W / W_target);
108
109 % Batasan fisik nilai rasio eksentrisitas (0 s.d 1)
110 if eps_guess >= 1, eps_guess = 0.99; end
111 if eps_guess <= 0, eps_guess = 0.01; end
112 end
113
114 % 4. EKSTRAKSI 3 PARAMETER UTAMA HIDRODINAMIK
115 epsilon_final = eps_guess; % 1. Rasio Eksentrisitas (Epsilon)
116 h_min = c * (1 - epsilon_final); % 2. Ketebalan Minimum Film Oli (hmin) dalam meter
117 [P_max, idx] = max(P(:)); % 3. Tekanan Maksimum Pelumasan dalam Pa
118 P_max_MPa = P_max / 1e6; % Konversi Pascal ke MegaPascal (MPa)

```

Lampiran 13 Coding MATLAB

```

120 % 5. HASIL DI COMMAND WINDOW
121 fprintf('\n===== APPENDIX HASIL NUMERIK MATLAB =====\n');
122 fprintf('Celah Radial Aktual (c) : %.4f mm\n', c * 1000);
123 fprintf('Rasio Eksentrisitas (epsilon) : %.4f\n', epsilon_final);
124 fprintf('Ketebalan Film Oli Minimum (hmin) : %.4f mm (%.2f mikron)\n', h_min * 1000, h_min * 1e6);
125 fprintf('Tekanan Pelumasan Maksimum (Pmax) : %.4f MPa\n', P_max_MPa);
126 fprintf('Gaya Integrasi Hidrodinamik : %.2f N (Target Beban: %.2f N)\n', W_calc, W_target);
127 fprintf('=====');
128
129 % 6. PLOT GRAFIK 3D DISTRIBUSI TEKANAN OLI
130 figure;
131 [Z_grid, Theta_grid] = meshgrid(z*1000, theta*180/pi); % Konversi mm dan derajat
132 surf(Z_grid, Theta_grid, P/1e6);
133 shading interp; colormap('jet'); cb = colorbar;
134 ylabel(cb, 'Tekanan Oli (MPa)');
135 xlabel('Lebar Bantalan Z (mm)'); ylabel('Sudut Keliling Theta (derajat)'); zlabel('Tekanan (MPa)');
136 title('Visualisasi 3D Distribusi Tekanan Hidrodinamik Film Oli (4 Pads / Grooves)');

```

Lampiran 14 Coding MATLAB