

**ANALISA KEGAGALAN *IMPELLER* PADA *CIRCULATING*  
*WATER PUMP* DI PT. PLN INDONESIA POWER UP  
INDRALAYA**

**SKRIPSI**



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan  
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan**

**Oleh:**

**Muhammad Alif Pratama  
062040212110**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2024**

***FAILURE ANALYSIS IMPELLER OF CIRCULATING WATER  
PUMP AT PT. PLN INDONESIA POWER UP INDRALAYA***

***FINAL PROJECT***



***Submitted to Comply with Terms of Completion in Mechanical Engineering  
Production and Maintenance Study Program***

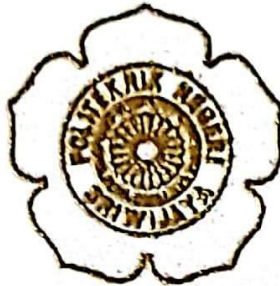
***By :***

**Muhammad Alif Pratama  
062040212110**

***MECHANICAL ENGINEERING DEPARTEMENT  
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2024***

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISA KEGAGALAN IMPELLER PADA CIRCULATING  
WATER PUMP DI PT. PLN INDONESIA POWER UP  
INDRALAYA**



**SKRIPSI**

**Ditetapkan oleh Dosen Pembimbing Laporan Skripsi  
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan**

**Pembimbing Utama,**

**Taufikurrahman, S.T., M.T.  
NIP. 196910042000031001**

**Pembimbing Pendamping,**

**Ella Sundari, S.T., M.T.  
NIP. 1981103262005012003**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin**

**Ir. Saiful Effendi, M.T.  
NIP. 196309121989031005**


## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Laporan Skripsi ini Diajukan oleh :

Nama : Muhammad Alif Pratama  
NIM : 062040212110  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan  
Judul Skripsi : **ANALISA KEGAGALAN IMPELLER PADA  
CIRCULATING WATER PUMP DI PT. PLN INDONESIA  
POWER UP INDRALAYA**

Telah selesai diuji dalam Sidang Sarjana Terapan  
dihadapan Tim Penguji pada tanggal 17 Juli 2024 dan diterima sebagai  
bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan  
pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

### TIM PENGUJI

| No | Nama  | Posisi Penguji | Tanda Tangan  | Tanggal  |
|----|---|----------------|---|----------|
| 1  | Ella Sundari, S.T., M.T.<br>NIP. 198103262005012003         | Ketua Penguji  |  | 20/2024  |
| 2  | Muhammad Rasid, S.T., M.T.<br>NIP. 196302051989031001       | Anggota        |  | 27/8-24  |
| 3  | Rachmat Dwi Sampurno, S.T., M.T.<br>NIP. 198902152019031015 | Anggota        |  | 11/29/09 |

Palembang, Agustus 2024  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Sairul Effendi, M.T.  
NIP. 196309121989031005

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Alif Pratama  
NIM : 062040212110  
Program Studi : D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan  
Judul Skripsi : **ANALISA KEGAGALAN IMPELLER PADA  
CIRCULATING WATER PUMP DI PT. PLN  
INDONESIA POWER UP INDRALAYA**

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri dan didampingi oleh tim dosen pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi yang saya buat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, Juli 2024



Muhammad Alif Pratama  
NIM. 062040212110

## MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari satu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmu lah engkau berharap.”  
(Q.S Al-Insyirah: 6-8)

“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu. Lebarakan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi gelombang-gelombang itu yang bisa kau ceritakan.”  
(Boy Chandra)

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, keberhasilan adalah milik orang yang senantiasa berusaha”  
(B.J Habibie)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

“Dengan Rahmat Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang”

Karya Tulisan Sederhana Ini Saya Persembahkan Untuk :

Ayah Sefi Putranto dan Bunda Yeni Narti, terimakasih telah selalu mendoakan, merestui, dan selalu mendukung baik materi dan nonmateri sampai bisa menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih juga untuk kedua adik saya karena telah selalu mendukung saya pada proses perjalanan pendidikan perkuliahan saya yang saya jalani hingga bisa menyelesaikan skripsi ini.

Dosen Pembimbing Utama, Bapak Taufikurahman, S.T., M.T. & Dosen Pembimbing Pendamping, Ibu Ella Sundari, S.T., M.T., terima kasih atas bantuan pertolongan, bimbingan, arahan, saran, waktu, kebaikan yang telah diberikan kepada saya dalam menyelesaikan Laporan Skripsi ini, semoga Allah SWT membalas kebaikan bapak dan ibu sekalian dicatat sebagai amal jariyah.

Terima kasih juga saya ucapkan kepada teman rekan seperjuangan kelas PPD Angkatan 2020 yang sudah bersama, belajar, saling membantu, senang dan tertawa Bersama selama 4 tahun ini. Terkhusus kepada rekan kelompok saya yang bernama A.Raziq Ibsya Rahman, Akhmad Fatih Nabil Tahsin, David Chandra, Muhammad Bagus Aditya Warman, Muhammad Ranay, terima kasih telah bekerja bersama mulai dari suka duka, senang, sedih, saling cerita sudah kita lalui bersama-sama hingga sampai akhirnya pada tahap skripsi dapat terselesaikan.

Dan terima kasih juga saya ucapkan kepada teman-teman, sahabat, dan keluarga lainnya yang telah mendoakan serta memberikan dukungan moril yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu. Terima kasih karena telah memberi warna bagi kehidupan saya, utamanya pada saat masa perkuliahan ini. Terima kasih segala bantuan dan juga pertolongan, semoga semesta akan selalu kebersamai.

## ABSTRAK

### ANALISA KEGAGALAN *IMPELLER* PADA *CIRCULATING WATER PUMP* DI PT. PLN INDONESIA POWER UP INDRALAYA

**Muhammad Alif Pratama**

xix + 43 halaman, 7 tabel, 5 lampiran

*Circulating Water Pump* (CWP) adalah pompa yang digunakan sebagai pendingin dalam sistem pembangkit listrik dengan cara memompakan air laut pada *cooling tower* menuju kondensor. *Impeller* merupakan bagian dari pompa CWP yang digunakan untuk meningkatkan tekanan dan mengalirkan air sirkulasi dalam sistem pendingin. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa faktor penyebab, mekanisme kegagalan, serta solusi yang dapat digunakan pada kegagalan *impeller* CWP. Beberapa pengujian dilakukan untuk mendukung analisa ini. Beberapa pengujian tersebut yaitu pengujian komposisi, pengujian dampak dan pengujian metalografi. Hasil uji komposisi menunjukkan material *impeller* adalah *stainless steel* jenis austenitik tipe 304. Hasil uji dampak pada material *impeller* SS304 dengan rata-rata nilai dampak  $0,162 \text{ J/mm}^2$  tergolong nilai dampak yang rendah dibandingkan dengan material baru *stainless steel* 304 memiliki nilai dampak yang tinggi dengan rata-rata sebesar  $1,23 \text{ J/mm}^2$ . Pengujian metalografi menunjukkan struktur mikro adalah *austenite* dan *ferrite* serta adanya porositas yang mengakibatkan berkurangnya luas penampang material yang menahan beban.

**Kata Kunci:** *Impeller, Circulating Water Pump, Stainless Steel 304*

## ABSTRACT

### ***FAILURE ANALYSIS IMPELLER OF CIRCULATING WATER PUMP AT PT. PLN INDONESIA POWER UP INDRALAYA***

**Muhammad Alif Pratama**

*xix + 43 pages, 7 tables, 5 appendices*

*Circulating Water Pump (CWP) is a pump used as a coolant in a power generation system by pumping seawater into the cooling tower to the condenser. The impeller is part of the CWP pump used to increase pressure and flow circulating water in the cooling system. This research was conducted to analyze the causal factors, failure mechanisms, and solutions that can be used for CWP impeller failure. Several tests were conducted to support this analysis. Some of these tests are composition tests, impact tests and metallographic tests. The results of the composition test showed that the impeller material was austenitic stainless steel type 304. The impact test results on the SS304 impeller material with an average impact value of 0.162 J/mm<sup>2</sup> are classified as low impact values compared to the new stainless steel 304 material which has a high impact value with an average of 1.23 J/mm<sup>2</sup>. Metallographic testing showed that the microstructure was austenite and ferrite and the presence of porosity which resulted in a reduction in the cross-sectional area of the material that supported the load.*

**Keywords:** *Impeller, Circulating Water Pump, Stainless Steel 304*

## PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan Laporan Skripsi dengan judul “**ANALISA KEGAGALAN IMPELLER PADA CIRCULATING WATER PUMP DI PT. PLN INDONESIA POWER UP INDRALAYA**” ini tepat pada waktunya.

Adapun terwujudnya Laporan Skripsi ini adalah berkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam membuat Laporan Skripsi ini, yaitu kepada:

1. Ayahanda Sefi Putranto dan Ibunda Yeni Narti selaku orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan yang sangat tulus untuk keberhasilan penulis.
2. Bapak Ir. Sairul Effendi, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya dan sebagai dosen pembimbing pendamping Skripsi yang telah membimbing dan membantu penulis.
5. Bapak Taufikurahman, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama yang senantiasa memberikan bimbingan, masukan, saran serta ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
6. Bapak Rendi Wijaya Putra selaku Manager Unit Layanan Pusat Listrik PT. PLN UP Indralaya yang senantiasa membantu penulis.
7. Saudari tercinta, Zaskia Putri Syahirah dan Syifa Aathirah Febriyanti yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis.
8. A.Raziq Ibsya Rahman, Akhmad Fatih Nabil Tahsin, David Chandra, Muhammad Bagus Aditya Warman, Muhammad Ranay selaku rekan seperjuangan penulis.
9. Sahabat beserta semua teman teman 8PPD yang telah banyak berbagi keceriaan, kebahagiaan, kebersamaan dan kesulitan yang telah kita hadapi bersama selama 4 tahun ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penulisan Laporan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis menyadari dalam penulisan Laporan Skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan kekeliruan. Oleh karena itu, penulis meminta maaf atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Laporan Skripsi ini serta penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca untuk membuat Laporan Skripsi ini yang lebih baik.

Semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu permesinan dan menambah wawasan ilmu pengetahuan bagi kita semua. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, semoga kebaikan akan menjadi amal ibadah yang mendapat Ridho dari Allah SWT, aamiin ya rabbal 'alamin.

Palembang, 17 Juli 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                      | <b>i</b>       |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....                | <b>iii</b>     |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                 | <b>iv</b>      |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....      | <b>v</b>       |
| <b>MOTTO</b> .....                              | <b>vi</b>      |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                | <b>vii</b>     |
| <b>ABSTRAK</b> .....                            | <b>viii</b>    |
| <b>ABSTRACT</b> .....                           | <b>ix</b>      |
| <b>PRAKATA</b> .....                            | <b>x</b>       |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                         | <b>xii</b>     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                      | <b>xiv</b>     |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                       | <b>xv</b>      |
| <b>DAFTAR SIMBOL</b> .....                      | <b>xvi</b>     |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                    | <b>xvii</b>    |
| <br>  |                |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                  | <b>1</b>       |
| 1.1 Latar Belakang .....                        | 1              |
| 1.2 Tujuan dan Manfaat .....                    | 2              |
| 1.3 Rumusan dan Pembatasan Masalah .....        | 3              |
| 1.4 Sistematika Penulisan .....                 | 3              |
| <br>  |                |
| <b>BAB II DASAR TEORI</b> .....                 | <b>5</b>       |
| 2.1 Landasan Teori .....                        | 5              |
| 2.1.1 <i>Impeller</i> .....                     | 5              |
| 2.1.2 <i>Stainless steel</i> .....              | 6              |
| 2.1.3 <i>Circulating water pump (CWP)</i> ..... | 8              |
| 2.1.4 Analisa kegagalan .....                   | 8              |
| 2.1.5 Uji komposisi material .....              | 9              |
| 2.1.6 Pengujian impak .....                     | 10             |
| 2.1.7 Pengujian metalografi .....               | 11             |
| 2.2 Kajian Pustaka .....                        | 12             |
| <br>  |                |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....      | <b>17</b>      |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian .....               | 17             |
| 3.2 Objek Penelitian .....                      | 19             |
| 3.3 Tempat Pelaksanaan Penelitian .....         | 19             |
| 3.4 Metode Pengumpulan Data .....               | 19             |
| 3.5 Alat dan Bahan .....                        | 20             |
| 3.7 Langkah Pengujian .....                     | 22             |
| 3.7.1 Pengujian komposisi material .....        | 22             |
| 3.7.2 Pengujian impak .....                     | 23             |
| 3.7.3 Pengujian metalografi .....               | 26             |

|               |   |           |
|---------------|---|-----------|
| 3.7           | Metode Pengujian.....                                     | 29        |
| 3.7.1         | Pengujian komposisi material .....                        | 29        |
| 3.7.2         | Pengujian impak.....                                      | 29        |
| 3.7.3         | Pengujian metalografi .....                               | 30        |
| 3.7           | Spesimen Uji .....  | 31        |
| 3.7.1         | Pengujian komposisi material .....                        | 31        |
| 3.7.2         | Pengujian impak.....                                      | 31        |
| 3.7.3         | Pengujian metalografi .....                               | 32        |
| <b>BAB IV</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                          | <b>33</b> |
| 4.1           | Hasil Pengujian Komposisi .....                           | 33        |
| 4.2           | Hasil Pengujian Impak .....                               | 35        |
| 4.3           | Analisa Data Uji Impak Menggunakan Metode Komparasi ..... | 36        |
| 4.4           | Hasil Pengujian Metalografi .....                         | 38        |
| <b>BAB V</b>  | <b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                          | <b>40</b> |
| 5.1           | Kesimpulan .....  | 40        |
| 5.2           | Saran.....  | 41        |
|               | <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                | <b>42</b> |
|               | <b>LAMPIRAN</b>   |           |

## DAFTAR GAMBAR

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| Gambar 2. 1 <i>Impeller</i> .....  | 5              |
| Gambar 2. 2 Prinsip Kerja <i>Optical Emission Spectroscopy</i> (OES) ..... | 10             |
| Gambar 2. 3 Prinsip Pengukuran Impak Pada <i>Charpy Test</i> .....         | 11             |
| Gambar 2. 4 Contoh Hasil Uji Metalografi.....                              | 12             |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....                                   | 17             |
| Gambar 3. 2 Mikroskop Optik .....  | 20             |
| Gambar 3. 3 Mesin impak <i>charphy</i> .....                               | 21             |
| Gambar 3. 4 Gerinda Tangan .....   | 21             |
| Gambar 3. 5 Amplas.....  | 22             |
| Gambar 3. 6 Jangka Sorong .....  | 22             |
| Gambar 3. 7 Pemotongan spesimen .....                                      | 23             |
| Gambar 3. 8 Spesimen Impak yang telah dibentuk.....                        | 23             |
| Gambar 3. 9 Peletakan Benda Uji Pada <i>Anvil</i> .....                    | 24             |
| Gambar 3. 10 Mengangkat Pendulum.....                                      | 24             |
| Gambar 3. 11 Menarik Tuas Untuk Melepas Pendulum .....                     | 25             |
| Gambar 3. 12 Membaca Sudut Ayun Pendulum Setelah Impak .....               | 25             |
| Gambar 3. 13 Spesimen Setelah Uji Impak .....                              | 26             |
| Gambar 3. 14 Pencampuran Resin dan Katalis .....                           | 26             |
| Gambar 3. 15 Spesimen Yang Telah DiMounting.....                           | 27             |
| Gambar 3. 16 Pengamplasan Spesimen .....                                   | 27             |
| Gambar 3. 17 Pemolesan Menggunakan Autosol .....                           | 28             |
| Gambar 3. 18 Pengetsaan.....   | 28             |
| Gambar 3. 19 Pengamatan Menggunakan Mikroskop Optik.....                   | 29             |
| Gambar 3. 20 Spesimen Uji Komposisi ASTM E415 .....                        | 29             |
| Gambar 3. 21 Spesimen Uji Impak ASTM E23.....                              | 30             |
| Gambar 3. 22 Spesimen Uji Metalografi .....                                | 31             |
| Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Nilai Impak .....                          | 37             |
| Gambar 4. 2 Hasil Pengamatan Struktur Mikro Material <i>Impeller</i> ..... | 38             |

## DAFTAR TABEL

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| Tabel 2. 1 <i>Circulating Water Pump History</i> .....         | 8              |
| Tabel 3. 1 Bahan yang digunakan .....                          | 22             |
| Tabel 3. 2 Data Komposisi Material <i>Impeller</i> .....       | 31             |
| Tabel 3. 3 Data Hasil Pengujian Impak.....                     | 32             |
| Tabel 3. 4 Data Hasil Pengujian Metalografi .....              | 32             |
| Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Komposisi <i>Impeller</i> CWP ..... | 33             |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Impak .....                         | 36             |

## DAFTAR SIMBOL

|              |   | <b>Satuan</b>             |                   |
|--------------|---|---------------------------|-------------------|
| HI           | : | Harga <i>Impact</i>       | J/mm <sup>2</sup> |
| E Serap      | : | Energi yang diserap       | J                 |
| A            | : | Luas Penampang            | mm <sup>2</sup>   |
| W            | : | Berat Pendulum            | N                 |
| E            | : | Energi yang diserap       | J                 |
| L            | : | Panjang lengan Pendulum   | m                 |
| cos $\alpha$ | : | Sudut awal lengan bandul  | °                 |
| cos $\beta$  | : | Sudut akhir lengan bandul | °                 |

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Hasil Pengujian Komposisi
2. Surat Balasan Pengambilan Data
3. Surat Keterangan Melakukan Pengujian
4. Lembar Rekomendasi Ujian Skripsi
5. Lembar Bimbingan Skripsi Pembimbing 1 dan Pembimbing 2