

**ANALISIS KEGAGALAN IMPELLER POMPA
SENTRIFUGAL PADA PROSES PENGOLAHAN AIR
LIMBAH DI INDUSTRI TEKSTIL**

ARTIKEL ILMIAH TESIS

Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik
Mesin dari Universitas Pasundan

Oleh
JEJEN JAELANI
NPM : 178070015



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS PASCA SARJANA
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2021**

ANALISIS KEGAGALAN IMPELLER POMPA SENTRIFUGAL PADA PROSES PENGOLAHAN AIR LIMBAH DI INDUSTRI TEKSTIL

JEJEN JAELANI
NPM: 178070015

ABSTRAK

Impeller merupakan bagian dari pompa sentrifugal yang digunakan pada proses pengolahan air limbah di industri tekstil dan telah mengalami kegagalan setelah satu setengah tahun pengoperasian. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan pada kondisi impeller, pengujian terhadap impeller, pengamatan secara visual pada kondisi impeller yang mengalami abrasi serta melakukan pengujian pada material impeller yang mengalami kegagalan. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mekanisme terjadinya kegagalan pada impeller pompa diawali oleh benturan partikel-partikel diantaranya (SiO₂, Fe, Mg, Al, Ca) pada sudu impeller yang berputar sehingga menyebabkan terjadinya abrasi. Hasil pemeriksaan visual menunjukkan bahwa terjadi pengikisan pada sudu impeller. Hal tersebut juga dikonfirmasi dengan pemeriksaan metalografi dimana sifat mekanis dipengaruhi oleh bentuk, ukuran, dan distribusi serpihan grafit yang terdapat dalam struktur mikro. Analisis komposisi kimia dari impeller menunjukkan bahwa material impeller yang diperiksa merupakan jenis besi cor kelabu dimana kekuatan tarik dan ketangguhan yang lebih rendah dari baja. Untuk mencegah terjadinya kegagalan pada impeller pompa diantaranya dengan cara menyaring air inlet bekas pencelupan sebelum masuk ke pompa dan untuk mengatasi kegagalan impeller pompa bisa mengganti material impeller atau dengan cara melapisinya.

Kata Kunci : Impeller, pompa sentrifugal, abrasi, kegagalan.

ABSTRACT

The impeller is part of a centrifugal pump used in wastewater treatment processes in the textile industry and has failed after a year and a half of operation. This research conducted by doing visual examination on impeller condition, and testing on impeller. From the results of the study it can be concluded that the mechanism of failure of the pump impeller is initiated by the collision of particles including (SiO₂, Fe, Mg, Al, Ca) on the rotating impeller blade, causing abrasion. The results of the visual inspection showed that there was erosion of the impeller blades. This was also confirmed by metallographic examination where the mechanical features were influenced by the shape, size, and distribution of graphite flakes contained in the microstructure. Analysis of the chemical composition of the impeller showed that the impeller material examined was a type of gray cast iron which had lower tensile strength and toughness than steel. To prevent failure of the pump impeller, among others, by filtering the immersion inlet water before entering the pump and to overcome the failure of the pump impeller, replacing the impeller material or by coating it.

Keywords: Impeller, centrifugal pump, abrasion, failure.

1. PENDAHULUAN

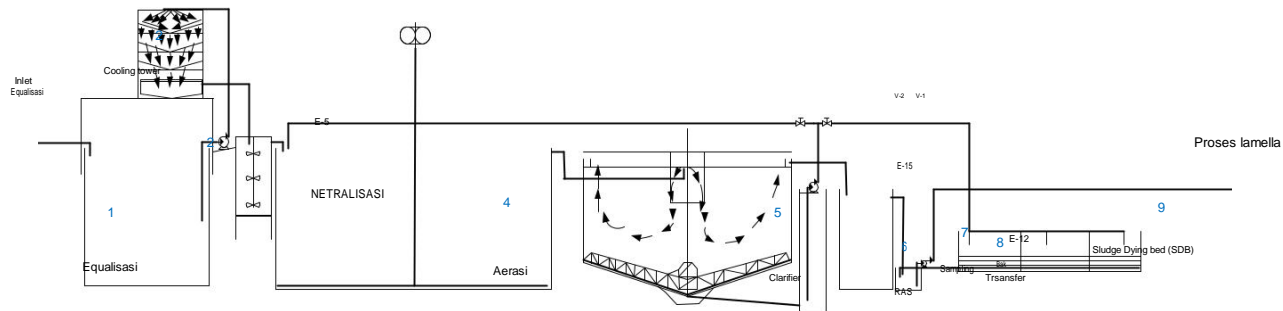
1.1 Latar Belakang

Pompa sentrifugal dipakai pada sebagian industri tekstil yang berfungsi untuk memindahkan cairan/lumpur. Ketika pompa sentrifugal ini beroperasi terdapat beberapa masalah diantaranya terjadi aus, erosi, korosi dan lain-lain. Secara umum pompa sentrifugal tersusun atas beberapa bagian penting yaitu *casing*, *impeller*, *shaft*/poros, *bearing*/bantalan, kopling, *packing* dan *seal* serta sistem pelumasan. Bagian yang paling sering mengalami kerusakan parah adalah bagian *impeller*.

Impeller adalah bagian yang berputar dari pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mentransfer energi dari putaran motor menuju fluida yang dipompa dengan jalan mengakselerasinya dari tengah *impeller* ke luar sisi *impeller*. Desain *impeller* bergantung pada kebutuhan tekanan, kecepatan alir serta kesesuaian dengan sistemnya. *Impeller* menjadi komponen utama yang paling berpengaruh terhadap performa pompa.

PT. Jerdytex merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang tekstil dengan produk utamanya terbuat dari bahan poliester. Dalam proses produksinya air merupakan komponen yang memegang peranan penting karena setiap tahapan serta proses dalam produksi tekstil menggunakan air. Banyaknya jumlah air yang digunakan juga berdampak pada produksi limbah cair yang dihasilkan. Limbah cair yang tidak terolah dapat menyebabkan pencemaran baik pada badan air maupun tanah sehingga diperlukan proses pengolahan pada air limbah tersebut.

Root Blower



1.1 Gambar proses pengolahan air limbah

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan secara fisik-kimia maupun secara biologis. Secara fisik-kimia teknologi atau alternatif pengolahan yang digunakan diantaranya adalah proses sedimentasi, koagulasi-flokulasi, oksidasi kimia yang terdiri dari Unit Instalasi Pengolahan air limbah (IPAL) yang direncanakan terdiri atas prasedimentasi, bak ekualisasi, cooling tower, netralisasi, bak erasi, bak pengaduk lambat (clarifier), bak ras dan *Sludge drying bed* (SDB).

Gambar di atas menunjukkan bahwa proses pengolahan air limbah yang berfungsi untuk mengembalikan kondisi air menjadi jernih kembali

(PH, COD, BOD) standar. kondisi air yang jernih menjadi standar yang harus di patuhi oleh setiap perusahaan tekstil. Maka proses pengolahan air limbah ini, menjadi salah satu proses yang mendapat perhatian khusus.

Kerusakan yang terjadi pada pompa sirkulasi lumpur dari bak *clarifier* (5) bak Ras (6) yang di pumping ke bak aerasi (4), mengakibatkan alat ini tidak dapat mentrasfer sesuai dengan fungsinya. Putaran dengan memanfaatkan putaran motor merupakan fungsi utama pompa transfer untuk melakukan proses pengiriman benda cair/lumpur. Ketidaksempurnaan tersebut diakibatkan oleh *impeller* pompa yang mengalami kegagalan.

Kerusakan yang terjadi pada *impeller* pompa transfer, mengakibatkan produktifitas dalam satu hari menjadi lebih rendah (kualitas air menjadi tidak sesuai yang diharapkan), dapat terjadi penyumbatan di instalasi dari bak *clarifier* ke bak Ras dan pada proses selanjutnya. Hal tersebut disebabkan

karena adanya waktu proses yang terbuang setiap hari, dipakai untuk melakukan perbaikan dan pembersihan. Perusahaan harus menambah waktu untuk perbaikan dengan menambah jam lembur, selain itu kerusakan alat ini mengakibatkan peningkatan pada pengeluaran perusahaan dalam bidang pengadaan *spare part*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Penelitian ini secara khusus ingin menelaah bagaimana kegagalan *impeller* terjadi pada pompa sentrifugal. Melalui penelitian ini pula penulis ingin mengetahui penyebab kerusakan *impeller* pompa sentrifugal pada industri tekstil.

1.2.1 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan paparan di atas, fokus utama penelitian ini adalah **“Bagaimana penyebab terjadinya kegagalan *impeller* pompa sentrifugal pada proses pengolahan air limbah di industri tekstil?”**

Dari pertanyaan penelitian di atas, pertanyaan turunan yang dibangun adalah sebagai berikut:

1. Apa penyebab terjadinya kegagalan pada *impeller* pompa?
2. Bagaimana cara mencegah kegagalan pada *impeller* pompa?
3. Bagaimana cara mengatasi kegagalan pada *impeller* pompa?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum, terkait keilmuan, tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran terkait kegagalan *Impeller* pada pompa sentrifugal pada proses pengolahan air limbah di industri tekstil.

Adapun secara khusus untuk kebutuhan praktis, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apa yang menjadi penyebab terjadinya kegagalan pada *impeller* pompa.

1.4 Signifikansi Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat baik akademis maupun

praktis. Studi ini penting dalam menghimpun data ilmiah tentang kegagalan *impeller* pada pompa sentrifugal dalam pengolahan air limbah di industri tekstil. Melalui penelitian ini diharapkan juga terdapat bagaimana terjadinya kegagalan dan bagaimana mengatasi kegagalan tersebut.

Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan pengetahuan baru dan wawasan kepada pembaca mengenai tahapan-tahapan dalam melakukan sebuah penelitian terkait analisis kegagalan, dan sebagai tahapan penelitian selanjutnya ke arah yang lebih baik.

Pada konteks akademis, penelitian ini diharapkan bermanfaat dalam memperkaya analisis terhadap kegagalan *impeller* pada pompa sentrifugal. Secara khusus untuk mengeksplorasi studi lanjutan terkait kegagalan *impeller*.

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini dicantumkan adanya batasan masalah dengan maksud agar penelitian terfokus pada maksud dan tujuan penelitian yang telah diuraikan diatas, adapun batasan masalahnya yaitu sebagai berikut:

1. Material yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah *impeller* pompa.
2. Permasalahan hanya difokuskan pada *impeller* pompa transfer air limbah dari bak ras ke bak aerasi.
3. Suatu bak penampungan air limbah yang sudah ada di pabrik tekstil dengan volume $\pm 4,3 \text{ m}^3$ dengan ukuran diameter 1,1 m dan tinggi 4,5 m
4. Media yang digunakan adalah air limbah pencelupan yang berasal dari pabrik tekstil.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Kegagalan (*Failure Analysis*)

Analisis Kegagalan (*Failure Analysis*) merupakan suatu kegiatan yang ditujukan untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan yang bersifat spesifik dari peralatan utama, peralatan pendukung dan perlengkapan instalasi pabrik. Jenis *Failure Analysis* pada material dapat berupa patahan, retakan atau korosi.

Kegagalan tersebut bisa berasal dari tahap *manufacturing*, pembuatan, perakitan atau pengoperasian yang tidak sesuai dengan desain. Dengan demikian diperlukan analisis kerusakan yang komprehensif yang dapat dimanfaatkan sebagai umpan balik dalam perbaikan desain, material, perlakuan panas dan sebagainya terhadap sistem atau komponen.

Analisis kerusakan merupakan salah satu teknik analisis yang saat ini berkembang. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan yang spesifik dari peralatan, perlengkapan, proses dan material baku yang digunakan serta untuk menentukan tindakan pencegahan agar kerusakan tidak terulang.

Untuk jangka pendek diharapkan dapat memperbaiki rancangan dan memperbaiki proses serta metode fabrikasi, sedangkan untuk jangka panjangnya dapat dipakai pengembangan material dan sebagai metode mutakhir untuk evaluasi dan memprediksi kekuatan material serta untuk memperbaiki sistem pemeliharaan. Dalam hal ini akan dilakukan penelitian analisis kegagalan impeller pompa sentrifugal.

2.1.1 Penyebab kegagalan material

Kegagalan suatu komponen pada umumnya disebabkan oleh empat faktor yaitu sebagai berikut:

1. Seleksi Material
2. Rancangan
3. Proses
4. Kondisi perawatan

2.1.1.1 Seleksi material

Kegagalan yang terjadi karena seleksi material yang terburu-buru, merupakan hal yang sering terjadi pada logam atau industri lainnya. Pada aplikasi yang membutuhkan ketahanan impak/dampak yang tinggi, diperlukan material dengan ketahanan impak tinggi. Apabila material yang digunakan untuk aplikasi di luar ruang dalam jangka waktu yang lama, diperlukan material dengan ketahanan UV (*Ultra Violet*). Untuk mendapatkan seleksi material yang tepat memerlukan perencanaan yang baik, pemahaman material yang cermat dan pengujian peraga sesuai persyaratan.

Pemilihan material sebaiknya tidak hanya berdasarkan biaya. Dalam proses pemilihan material ini diperlukan pendekatan yang sistematis untuk aplikasi yang berbeda. Teknik pemilihan material yang tepat termasuk menentukan persyaratan aplikasi, seperti sifat mekanik, termal, lingkungan, elektrik dan kimia. Pada kebanyakan industri, termasuk *supplier* material sudah mengembangkan *software* untuk membantu melakukan seleksi material dengan mudah melalui seleksi persyaratan aplikasi sebagai hal utama.

2.1.1.2 Rancangan

Melakukan pemilihan material yang tepat saja tidak cukup untuk mencegah kegagalan produk. Pada saat merancang produk, perancang harus menggunakan aturan dasar dan pedoman yang diberikan *supplier* material untuk desain part/bagian khusus. Pada saat rancangan komponen perlu diingat beberapa aturan dasar, dengan pengecualian bahwa kriteria rancangan berubah pada setiap material dan setiap aplikasi. Pada saat ini, kegagalan karena rancangan merupakan hal yang sering terjadi.

2.1.1.3 Proses produksi

Setelah dilakukan pemilihan material dan pembuatan rancangan yang tepat, permasalahan selanjutnya ada pada proses produksi. Rancangan yang inovatif dan pemilihan material yang selektif tidak cukup untuk menghasilkan produk yang baik dengan proses yang jelek. *Stress, void, weld lines* dan kelembaban pada hasil *molding* merupakan penyebab kegagalan prematur yang sering terjadi.

Pencatatan parameter proses merupakan hal yang penting untuk melakukan analisis pada kegagalan produk. Proses lanjutan dan perakitan part juga harus dievaluasi untuk mencegah kegagalan prematur. Kegagalan pada produk sering kali disebabkan oleh *stress cracking, drilled holes* dan *welded joints*.

2.1.1.4 Kondisi perawatan

Meskipun sudah ada label peringatan mengenai keamanan dan instruksi penggunaan, kegagalan karena kondisi perawatan seringkali terjadi pada produk logam. Lima kategori kondisi servis yang tidak disengaja antara lain:

1. Pemakaian produk yang tidak tepat.

2. Penggunaan produk melebihi masa penggunaan (*life time*).
3. Kegagalan produk karena kondisi perawatan yang tidak stabil.
4. Kegagalan karena kondisi perawatan melebihi penggunaan yang sesuai.
5. Aplikasi simultan dari *stress* yang sinergi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.2.1 Teknik Pengumpulan Data

- a. Observasi
- b. Wawancara

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan analisis serta pembahasan dari hasil pemeriksaan dan pengujian terhadap *Impeller* pompa sentrifugal dalam proses pengolahan air limbah di industri tekstil, Pada sub bab berikut dijelaskan secara rinci terkait Apa penyebab terjadinya kegagalan pada impeller pompa, bagaimana cara mencegah kegagalan pada impeller pompa dan gaimana cara mengatasi kegagalan pada impeller pompa.

4.1 Proses kegagalan *Impeller* pada pompa sentrifugal dalam proses pengolahan air limbah

Sebagaimana diketahui pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis *Variable Displacement Pump* dengan prinsip kerja yaitu volume air per menit yang dilewatkan tidak sama dengan volume air yang dihisap setiap menitnya. Pompa ini memiliki prinsip dimana perpindahan zat aliran didasarkan atas adanya gaya sentrifugal. *Impeller* pada pompa merupakan bagian yang mengubah energi mekanik (energi pada sudu-sudu *impeller*) diteruskan pada daya pompa serta akibat adanya efisiensi karena perubahan arah aliran pada sudu-sudu *impeller* (Febriyanti, dkk, 2017:1).

Analisis diperoleh dari hasil yang diperoleh pada pengujian-pengujian yang telah dilakukan. Dari data yang diperoleh diketahui bahwa penyebab kegagalan terbesar adalah terjadinya pengikisan atau abrasi pada sudu impeller. Kondisi ini diperparah dengan material impeller yang terbuat dari

besi cor, karena besi cor adalah salah satu material yang mudah terjadi abrasi.

4.2 Cara mencegah kegagalan pada *Impeller* pompa

Pencegahan terjadinya kegagalan pada impeller pompa diantaranya dengan cara menyaring air inlet bekas pencelupan sebelum masuk ke pompa. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir masuknya partikel-partikel yang bisa mengakibatkan terjadinya abrasi pada impeller pompa yang bisa menurunkan performansi kinerja pompa.

4.3 Cara mengatasi kegagalan pada *Impeller*

Untuk mengatasi kegagalan pada impeller pompa bisa dilakukan dengan cara mengganti material impeller atau dengan cara melapisinya. Penggunaan material alternatif untuk *impeller* dapat mengacu pada katalog pompa dengan memilih *impeller* dengan kode A05 berbahan white iron dengan penambahan 27% Cr.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian akhir tesis ini, dipaparkan dua sub bagian yakni kesimpulan dan saran. Kesimpulan merupakan hasil yang didapatkan dari proses penelitian. Sedangkan saran merupakan rekomendasi yang ditujukan kepada pihak-pihak terkait dengan penelitian ini diantaranya PT Jerdytex.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mekanisme terjadinya kegagalan pada impeller pompa diawali oleh benturan partikel-partikel diantaranya (SiO₂, Fe, Mg, Al, Ca) pada sudu impeller yang berputar sehingga menyebabkan terjadinya abrasi. Hasil pemeriksaan visual menunjukkan bahwa terjadi pengikisan pada sudu impeller. Hal tersebut juga dikonfirmasi dengan pemeriksaan metalografi dimana sifat mekanis dipengaruhi oleh bentuk, ukuran, dan distribusi serpihan grafit yang terdapat

dalam struktur mikro. Analisis komposisi kimia dari impeller menunjukkan bahwa material impeller yang diperiksa merupakan jenis besi cor kelabu dimana kekuatan tarik dan ketangguhannya yang lebih rendah dari baja.

5.2 Saran

Untuk mengatasi kegagalan pada impeller pompa bisa dilakukan dengan cara mengganti material impeller atau dengan cara melapisinya. Penggunaan material alternatif untuk *impeller* dapat mengacu pada katalog pompa dengan memilih *impeller* dengan kode A05 berbahan white iron dengan penambahan 27% Cr.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anwar, budianto, dkk, 2009, *Pengamatan struktur mikro pada korosi antar butir dari material baja tahan karat austenitik setelah mengalami proses pemanasan*. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN, Yogyakarta, JFN Vol 3 No. 2, November 2009.
2. Creswel, John W, 2002, *Research Design, Qualitative & Quantitative Approaches (Desain Penelitian, Pendekatan Kualitatif & Kuantitatif)*, Penerbit KIK Press, Jakarta.
3. Febriyanti, Eka, Sutarjo, Khairul Anwar, 2017, *Analisis Kegagalan Impeller Penyebab Kerusakan Pompa Air Laut*, Balai Besar Teknologi Kekuatan Struktur, BPPT, Tangerang, M.P.I. Vol 11 No. 2, Agustus 2017 - (85 - 94).
4. Herlina, Firda, M. Firman, Edi Yani Fazri, 2015, *Mengetahui Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro dari Bahan Baja Pegas Daun Akibat Perlakuan Panas Dengan Temperature dan Pendingin yang Bervariasi*, Departemen Teknik Mesin Universitas Islam Kalimantan, Banjarmasin, Info Teknik, Volume 16 No. 1 Juli 2015.
5. Isdiriyani, 1994, *Dasar-dasar Pengukuran Laju Korosi*, Penataan Pengembangan Pengendalian Korosi Logam/Paduan, ITB, Bandung.
6. Katili, Sari, 1991, *Pengaruh Besar Butir Terhadap Sifat Korosi Paduan 'Shape Memory' Cu-Zn-Az*, Fakultas Pascasarjana FMIPA UI, Universitas Indonesia, Jakarta.
7. Lexy J. Moleong, 2008, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Remaja Rosdakarya, Bandung.
8. Mulyana, Dedy, 2006, *Metodologi Kualitatif: Paradigma Ilmu Komunikasi dan Ilmu Sosial Lainnya*, PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.
9. Nabawi, Hadari 1990, *Metode Penelitian Bidang Sosial*, Gajah Mada University Press, Jogjakarta.
10. Nugroho, Sri dan Singgih Puji Raharjo, 2009, *Analisis Kegagalan Impeller Slurry Pump di Sebuah Industri Kaolin*, Teknik Mesin Universitas Diponegoro, Semarang, ROTASI – Volume 11 Nomor 3 – Juli 2009.
11. Sari, Melda Dwita, 2015, *Karakterisasi Unsur Tanah Liat di Lokasi Penambangan PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Semen dan Pengisi Karet*, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, <Eprints.polsri.ac.id>.

12. Sulaiman, A, 1984, *Korosi Umum*. Diktat Logam Tahan Korosi, LMN-LIPI, Bandung.
13. Surdia, T. Saito, 1992, *Pengetahuan Bahan Teknik*. Cetakan kedua, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
14. Suryabrata, Sumadi, 1998, *Metodologi Penelitian*. Raja Grafindo, Jakarta.
15. Tanzeh, Ahmad, 2011, *Metodologi Penelitian Praktis*, Teras, Yogyakarta.