

PENERAPAN METODE AQUEOUS PADA PROSES PENCUCIAN
BEARING DALAM KEGIATAN PEMELIHARAAN MESIN DI PT
TIMAH TBK UNIT SUNGAILIAT

Marsela Abid Fajri Amarona¹, Okta Ibra Saputra¹, Robert Napitupulu¹, Zaldy Kurniawan¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat
Corresponding Author: abidamarona@gmail.com

ABSTRAK

Bearing merupakan komponen penunpu poros yang menahan beban radial dan aksial, sehingga kebersihannya sangat menentukan keandalan mesin. Di PT Timah Tbk Unit Sungailiat, pencucian bearing masih dilakukan secara manual dengan solar, metode yang memakan waktu, bergantung pada keterampilan operator, serta berisiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja. Proyek akhir ini menerapkan mesin pencuci bearing dengan sistem agitasi berbasis aqueous cleaning, yaitu pembersihan menggunakan larutan air dengan deterjen industri, sebagai alternatif yang lebih aman dan efisien. Pembuatan meliputi rangka, sistem transmisi daya, poros utama dan tirus, housing bearing dan Seal, serta plat pengunci, yang kemudian dirakit dan diuji melalui uji fungsi tanpa beban, uji fungsi dengan beban, serta uji efektivitas kebersihan pada ball bearing dan cone bearing. Evaluasi tambahan dilakukan melalui kuesioner kepada 13 responden mengenai desain, kemudahan pengoperasian, efektivitas pencucian, efisiensi kerja, dan keamanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin beroperasi dengan baik pada pengujian tanpa beban maupun berbeban. Rata-rata tingkat kebersihan bearing mencapai angka >90 % dengan waktu pencucian 10–15 menit. Hasil evaluasi pengguna menunjukkan skor kemudahan pengoperasian 4,6; desain dan ergonomi 4,3; efektivitas pencucian 4,4; efisiensi kerja 4,3; dan aspek keamanan 4,0. Dengan demikian, metode aqueous cleaning layak diterapkan sebagai alternatif pengganti metode pencucian konvensional karena lebih efektif, lebih aman bagi operator, dan lebih ramah lingkungan meskipun penyempurnaan pada aspek keselamatan dan kestabilan alat masih diperlukan.

Kata Kunci: aqueous cleaning, bearing, pencucian, mesin

ABSTRACT

Bearing is a shaft-supporting component that withstands radial and axial loads, making its cleanliness crucial for machine reliability. At PT Timah Tbk Unit Sungailiat, bearing cleaning is still carried out manually using diesel fuel, a method that is time-consuming, dependent on operator skills, and poses risks to health and safety. This final project applies a bearing washing machine with an agitation system based on aqueous cleaning, which uses water-based solutions combined with industrial detergents, as a safer and more efficient alternative. The construction includes the frame, power transmission system, main shaft and taper, bearing housing and seal, as well as a locking plate, which are then assembled and tested through no-load functional tests, load functional tests, and cleaning effectiveness tests on ball bearings and cone bearings. Additional evaluation was conducted through questionnaires with 13 respondents regarding design, ease of operation, cleaning effectiveness, work efficiency,

and safety. The results show that the machine operated properly in both no-load and load tests. The average cleanliness level of bearings reached more than 90% within 10–15 minutes of washing. User evaluation scores were: ease of operation 4.6; design and ergonomics 4.3; cleaning effectiveness 4.4; work efficiency 4.3; and safety 4.0. Therefore, aqueous cleaning is feasible to be applied as an alternative to conventional cleaning methods, as it is more effective, safer for operators, and environmentally friendly, although improvements in safety and equipment stability are still required.

Keywords: aqueous cleaning, bearing, washing, machine

1. PENDAHULUAN

Bantalan (*bearing*) merupakan elemen mesin penumpu poros yang berfungsi mereduksi gesekan saat poros berputar sekaligus menjaga stabilitas gerakan struktural (Harris dan Kotzalas, 2006). Keandalan *bearing* sangat menentukan kinerja sistem mekanis dalam menahan beban radial maupun aksial (Harris dan Kotzalas, 2006). Kerusakan *bearing* dapat mengakibatkan peningkatan getaran, temperatur operasi, konsumsi energi, hingga terhentinya proses produksi (Mobley, 2002). Oleh karena itu, kebersihan *bearing* menjadi parameter krusial dalam pemeliharaan mesin, sebab kontaminasi seperti sisa pelumas, debu, dan serpihan logam yang tidak dibersihkan secara optimal dapat memicu keausan dini (*premature failure*) (SKF Group, 2018).

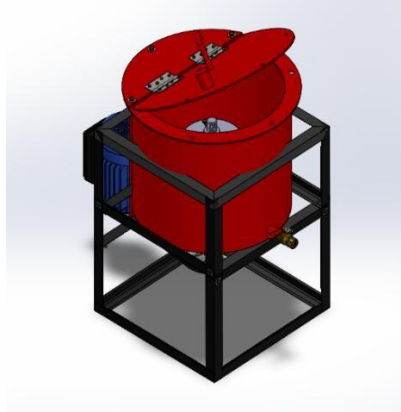
Berdasarkan observasi lapangan di PT Timah Tbk Unit Sungailiat, proses pencucian *bearing* masih dilakukan secara manual menggunakan minyak solar. Penggunaan pelarut hidrokarbon ini memiliki berbagai keterbatasan, antara lain durasi pengerjaan yang lama, ketergantungan pada keterampilan operator, emisi uap hidrokarbon yang berisiko bagi kesehatan, serta potensi bahaya kebakaran di area *workshop* (OSHA, 2023)

Sebagai solusi mutakhir (*state of the art*), metode *aqueous cleaning* (pembersihan berbasis air yang dikombinasikan dengan deterjen industri/surfaktan) menawarkan alternatif yang ramah lingkungan, tidak mudah terbakar, dan aman bagi operator (Kanegsberg, 2011). Surfaktan bekerja menurunkan tegangan permukaan cairan sehingga kotoran dan *grease* terlepas melalui proses emulsifikasi (Kanegsberg, 2011). Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *aqueous cleaning* pada mesin pembersih *bearing* terotomatisasi serta menganalisis efektivitas kebersihannya pada kegiatan pemeliharaan mesin di PT Timah Tbk Unit Sungailiat.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental kuantitatif yang dikombinasikan dengan pengumpulan data lapangan di PT Timah Tbk Unit Sungailiat dan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Tahapan pelaksanaan meliputi:

- a. Perancangan Mesin: Perhitungan elemen mesin mencakup transmisi daya dari motor listrik AC 1 HP 1400 rpm yang ditransmisikan menjadi 800 rpm, perancangan poros (material ST 60), sistem *pulley-belt* tipe A44, serta poros tirus penumpu *bearing*, dan juga pembuatan gambar 3D, bentuk mesin 3D dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambar 3D Mesin

b. Perakitan: Fabrikasi komponen dilakukan menggunakan mesin bubut, mesin frais, mesin bor, dan pengelasan sesuai standar manufaktur presisi (Boothroyd et al., 2010). Komponen utama terdiri dari rangka profil siku, tabung pencuci, *housing thrust bearing*, *housing ball bearing*, *housing seal*, poros utama, dan plat pengunci, bentuk akhir mesin setelah dilakukan proses perakitan dan finishing dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin Pencuci *Bearing*

c. Pengujian Efektivitas Kebersihan (Metode Gravimetri): Pengujian tingkat kebersihan K_b dihitung dengan metode gravimetri (Chateau et al., 2004) berdasarkan persentase selisih berat komponen sebelum dan sesudah pencucian:

$$K_b = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

K_b = Persentase kebersihan (%)

W_1 = Berat komponen dalam kondisi bersih/acuan (gram)

W_2 = Berat komponen dalam kondisi kotor, sebelum dicuci (gram) W_3 = Berat komponen setelah proses pencucian (gram)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengembangan dan Uji Fungsional Mesin

Mesin pembersih *bearing* terintegrasi dengan tabung pencuci berbasis cairan *aqueous* (rasio campuran larutan pembersih dan air 1:15) pada kecepatan putar 800 RPM. Pengujian kelancaran putaran dilakukan dalam dua tahap:

- Uji Tanpa Beban: Motor listrik, transmisi *pulley-belt*, poros utama, dan poros tirus berputar mulus tanpa hambatan.
- Uji Berbeban: Mesin mampu memutar beban *bearing* dan fluida pembersih secara stabil tanpa terjadi penurunan performa mekanis dan tanpa adanya getaran abnormal.

3.2 Hasil Uji Efektivitas Kebersihan Bearing

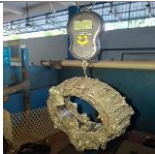
Pengujian efektivitas dilakukan pada 3 sampel *bearing* dengan *inner bearing* yang berbeda-beda. Hasil pengukuran *gravimetri* disajikan pada Tabel 1 serta Gambar hasil penimbangan kondisi actual, kondisi kotor, kondidi bersih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kebersihan Bearing dengan Metode Aqueous

No	Jenis Bearing	Diameter Inner Bearing	Kondisi Aktual (KG)	Kondisi Kotor (KG)	Kondisi Bersih (KG)	Durasi cuci (Menit)	Persentase Kebersihan
1.	Ball Bearing	120 MM	2,075 KG	2,335 KG	2,090 KG	10	90,62 %
2.	Cone Bearing	110 MM	4,585 KG	4,820 KG	4,590 KG	12	97,87 %
3.	Cone Bearing	140 MM	9,305 KG	9,485 KG	9,315 KG	15	94,44 %

Berdasarkan Tabel 1, penerapan metode aqueous cleaning dengan sistem agitasi mekanis terbukti mampu menghasilkan rata-rata tingkat kebersihan *bearing* > 90% dalam waktu pencucian yang relatif singkat yaitu (10–15 menit). Capaian efektivitas ini sejalan dengan teori emulsifikasi surfaktan yang secara signifikan memutus ikatan kontaminan pada permukaan logam (Kanegsberg, 2011).

Tabel 2. Penimbangan

Jenis Bearing	Kondisi Aktual	Kondisi Kotor	Kondisi Bersih
Ball bearing (120 MM)			
Cone Bearing (110 MM)			
Cone Bearing (140 MM)			

3.3 Evaluasi Kepuasan Pengguna

Hasil pengukuran kuesioner terhadap 13 responden di PT Timah Tbk Unit Sungailiat dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Kepuasan Responden

No	Kategori	Rata-Rata Skor	Tingkat Kepuasan
A.	Desain dan Ergonomi	4.3	Baik
B.	Kemudahan Pengoperasian	4.6	Baik
C.	Efektivitas Pencucian	4.4	Baik
D.	Efisiensi Kerja	4.3	Baik
E.	Aspek Keamanan	4.0	Baik

Pembahasan kuesioner menunjukkan bahwa kemudahan pengoperasian memperoleh skor tertinggi (4,6) karena kontrol mesin yang intuitif. Skor efektivitas pencucian (4,4) dan efisiensi kerja (4,3) mengonfirmasi bahwa mesin ini memberikan dampak positif signifikan bagi alur pemeliharaan mandiri di industri (Masula et al., 2024; Wolska et al., 2023). Kategori keamanan mendapat skor 4,0, mengindikasikan perlunya penyempurnaan minor pada penutup tabung dan *cover* perlindungan motor listrik sesuai standar K3 (OSHA, 2023).

4 KESIMPULAN

Metode *aqueous cleaning* berbasis mesin agitasi terbukti berhasil diterapkan sebagai pengganti metode pencucian konvensional berbasis solar pada kegiatan pemeliharaan mesin di PT Timah Tbk Unit Sungailiat. Hasil pengujian gravimetri menunjukkan tingkat kebersihan *bearing* mencapai rata-rata > 90% dengan waktu proses 10–15 menit. Evaluasi pengguna memberikan tanggapan sangat positif pada aspek kemudahan pengoperasian (4,6), efektivitas pencucian (4,4), efisiensi kerja (4,3), desain (4,3), dan keamanan (4,0). Penerapan metode ini terbukti lebih ramah lingkungan, efisien, dan aman bagi keselamatan kerja operator.

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan pada kedua orang tua penulis, serta kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, dosen pembimbing Bapak Robert Napitupulu dan Bapak Zaldy Kurniawan, teman-teman mahasiswa, serta pihak PT Timah Tbk Unit Sungailiat yang telah membantu kelancaran pengumpulan data untuk penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Knight, W. (2010). *Product Design for Manufacture and Assembly* (3rd ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Chateau, M., Deguillemont, M., & Vasseur, P. (2004). Gravimetric Cleanliness Testing in Industrial Components. *Journal of Materials Processing Technology*, 145, 120-128.
- Harris, T. A., & Kotzalas, M. N. (2006). *Rolling Bearing Analysis: Essential Concepts of Bearing Technology* (5th ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Hughes, A., & Drury, B. (2019). *Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications* (5th ed.). Oxford: Newnes.

- Kanegsberg, B. (2011). *Handbook for Critical Cleaning: Applications, Processes, and Technology* (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Masula, A., Rahmi, A., & Fitri, N. (2024). Perencanaan Proses dan Penjadwalan Manufaktur untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 12, 45-56.
- Mobley, R. K. (2002). *An Introduction to Predictive Maintenance* (2nd ed.). Amsterdam: Butterworth-Heinemann.
- OSHA. (2023). *Occupational Safety and Health Standards for Solvent Cleaning and Degreasing*. Washington D.C.: U.S. Department of Labor.
- SKF Group. (2018). *SKF Bearing Maintenance Handbook*. Gothenburg: SKF Group.
- Sularso, & Suga, K. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Wolska, M., Kowalski, A., & Saniuk, S. (2023). Autonomous Maintenance Implementation in Total Productive Maintenance. *Safety and Reliability*, 43, 88-102.