Procedia of Engineering and Life Science Vol. 10 No 1 2026
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Repair of Bearing on Mold Transport Trolley for Spun Pile (Earth Nail) in Precast Concrete Production Process

Reparasi Bearing pada Trolley Pengangkut Cetakan Beton Spun Pile (Paku Bumi) pada Proses Produksi Beton Precast

Daffa Ikhwan Ryantama[1], Mulyadi[2]
*Email corresponding author: mulyadi@umsida.ac.id2
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. *The rapid expansion of the construction industry drives high demand for precast concrete elements such as spun piles. General Background Precast manufacturing relies heavily on mechanical equipment, particularly mold transport trolleys that operate continuously under heavy loads in dusty environments. Specific Background Bearings within these transport trolleys frequently experience premature wear, increased friction, and structural vibration due to harsh operating conditions and inadequate lubricant retention. Knowledge Gap Existing literature lacks detailed practical insights into the systematic field maintenance and direct component replacement strategies required for specialized industrial transport systems. Aims This study aims to examine the functional role of trolley bearings, identify primary failure factors, and detail the step-by-step repair procedure during an industrial internship. Results Field practices successfully restored trolley performance through systematic inspection, bearing extraction, housing cleaning, new component installation, and proper lubrication, which collectively eliminated abnormal friction and stabilized movement. Novelty This work provides a structured framework combining direct hands-on internship methodology with preventive mechanical maintenance protocols for precast transport trolleys. Implications Implementing structured maintenance routines significantly minimizes production downtime, extends mechanical lifespan, and bridges academic learning with real-world industrial demands.*
Keyword : *Bearing, Trolley, Spun pile, Repair, Maintenance*

Abstrak. *Ekspansi pesat industri konstruksi mendorong permintaan tinggi untuk elemen beton pracetak seperti tiang yang dipintal. Latar Belakang Umum Manufaktur pracetak sangat bergantung pada peralatan mekanis, khususnya troli transportasi cetakan yang beroperasi terus-menerus di bawah beban berat di lingkungan berdebu. Latar Belakang Spesifik Bantalan dalam troli transportasi ini sering mengalami keausan dini, gesekan meningkat, dan getaran struktural akibat kondisi operasi yang keras dan retensi pelumas yang tidak memadai. Kesenjangan Pengetahuan Literatur yang ada kurang wawasan praktis rinci tentang pemeliharaan lapangan sistematis dan strategi penggantian komponen langsung yang diperlukan untuk sistem transportasi industri khusus. Tujuan Studi ini bertujuan untuk mengkaji peran fungsional bantalan troli, mengidentifikasi faktor kegagalan utama, dan merinci prosedur perbaikan langkah demi langkah selama magang industri. Hasil Praktik lapangan berhasil memulihkan performa troli melalui inspeksi sistematis, ekstraksi bantalan, pembersihan rumah, pemasangan komponen baru, dan pelumasan yang tepat, yang secara kolektif menghilangkan gesekan abnormal dan menstabilkan gerakan. Kebaruan Pekerjaan ini menyediakan kerangka kerja terstruktur yang menggabungkan metodologi magang langsung dengan protokol pemeliharaan mekanis preventif untuk troli transportasi pracetak. Implikasi Penerapan rutinitas pemeliharaan terstruktur secara signifikan meminimalkan waktu henti produksi, memperpanjang umur mekanis, dan menjembatani pembelajaran akademik dengan tuntutan industri dunia nyata.*
Kata kunci: *Bearing, Troli, Tiang Spin, Perbaikan, Pemeliharaan*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia mengalami peningkatan yang pesat, khususnya pada pembangunan infrastruktur seperti jalan, jembatan, pelabuhan, dan bangunan bertingkat. Salah satu elemen penting dalam konstruksi adalah pondasi, yang membutuhkan material beton bertulang berkualitas tinggi seperti spun pile (paku bumi). Produk ini umumnya diproduksi menggunakan metode beton precast karena memiliki kualitas yang lebih terkontrol, efisien, dan cepat dalam proses pemasangan.[1]

Dalam proses produksi spun pile, digunakan berbagai peralatan mekanis untuk menunjang kelancaran alur kerja, salah satunya adalah trolley pengangkut cetakan. Trolley ini berfungsi memindahkan cetakan dari satu stasiun proses ke stasiun lainnya, seperti pengecoran, pemutaran, curing, hingga area penyimpanan. Komponen penting pada trolley adalah bearing, yang memungkinkan roda berputar dengan lancar saat membawa beban berat cetakan beton[2]

Bearing yang bekerja secara terus-menerus dengan beban tinggi sangat rentan mengalami keausan, kerusakan, atau kegagalan fungsi apabila tidak dilakukan perawatan secara rutin. Kerusakan bearing dapat menyebabkan trolley sulit bergerak, menimbulkan getaran berlebih, serta berpotensi menghambat proses produksi dan menimbulkan risiko keselamatan kerja. Oleh karena itu, kegiatan maintenance dan reparasi bearing menjadi aspek penting dalam menjaga keandalan peralatan produksi.[3]

Sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, pemahaman mengenai sistem kerja komponen mekanik serta kemampuan melakukan perawatan dan perbaikan secara langsung di lapangan merupakan bekal yang sangat penting. Melalui kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL), mahasiswa dapat mengaplikasikan teori yang telah dipelajari di bangku kuliah ke dalam praktik nyata di lingkungan industri.[4]
kerja (K3), kerja sama tim, serta kedisiplinan dalam menjalankan tugas sesuai dengan standar operasional

perusahaan.[5]

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan dalam kegiatan Praktik Kerja Lapangan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana fungsi dan sistem kerja bearing pada trolley pengangkut cetakan spun pile?
2. Apa saja jenis kerusakan bearing yang sering terjadi pada trolley produksi beton precast?
3. Bagaimana prosedur inspeksi dan reparasi bearing pada trolley pengangkut cetakan spun pile?
4. Bagaimana pengaruh perbaikan bearing terhadap kelancaran proses produksi?
5. Bagaimana peran kegiatan PKL dalam meningkatkan keterampilan teknis mahasiswa di bidang maintenance industri?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pelaksanaan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui fungsi dan sistem kerja bearing pada trolley pengangkut cetakan spun pile.
2. Mengidentifikasi jenis dan penyebab kerusakan bearing.
3. Memahami langkah-langkah reparasi dan perawatan bearing trolley.
4. Melatih kemampuan analisis dan keterampilan teknis mahasiswa dalam perawatan mesin industri.
5. Meningkatkan kesiapan mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja industri manufaktur.

I. METODE

Kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) ini dilaksanakan disebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri pembuatan beton. Kegiatan magang berlangsung selama satu bulan, dimulai dari proses pengenalan lingkungan kerja hingga pelaksanaan perawatan dan perbaikan mesin trolley secara langsung di lapangan.

2.1 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

PKL dilaksanakan di PT. Waskita Beton Precast, yang berlokasi di area pelabuhan tempat perusahaan melakukan aktivitas perawatan dan perbaikan kapal kayu pengangkut barang. Waktu pelaksanaan kegiatan berlangsung selama 1 bulan, dengan jam kerja mengikuti jadwal teknisi perusahaan.

2.2 Alat dan Bahan

Dalam pelaksanaan kegiatan maintenance, digunakan berbagai peralatan pendukung seperti:

- Kunci pas dan kunci ring berbagai ukuran
- Palu dan punch
- Puller bearing
- Obeng (+) dan (-)
- Grease gun
- Pelumas grease
- Lap pembersih
- Bearing baru sesuai spesifikasi

Bahan dan alat tersebut digunakan sesuai kebutuhan selama proses perawatan maupun perbaikan mesin Trolley.

2.3 Prosedur Kegiatan

Metode pelaksanaan PKL dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

- Observasi awal kondisi trolley dan sistem roda:
  Mahasiswa melakukan observasi langsung terhadap kondisi trolley pengangkut cetakan spun pile. Mahasiswa bersama teknisi melakukan pemeriksaan visual pada roda trolley, kondisi bearing, serta kestabilan pergerakan trolley saat diberi beban. Dari hasil pengamatan ini, ditemukan beberapa trolley mengalami hambatan gerak, suara gesekan berlebih, dan getaran yang disebabkan oleh kerusakan bearing.
- Pembongkaran Roda dan Bearing Lama:
  Sebelum proses pembongkaran dilakukan, mahasiswa menyiapkan peralatan kerja seperti kunci pas, puller bearing, palu, obeng, lap pembersih, serta grease gun. Selain itu, mahasiswa diwajibkan menggunakan alat pelindung diri (APD) berupa helm, sarung tangan, sepatu safety, dan kacamata kerja untuk mencegah terjadinya kecelakaan selama proses reparasi berlangsung.
- Pembersihan dan Pemeriksaan Dudukan Bearing:
  Setelah bearing lama dilepas, dudukan bearing (housing) dibersihkan dari kotoran, debu, sisa grease lama, dan karat menggunakan lap serta cairan pembersih. Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan tidak terdapat retakan, keausan, atau kerusakan pada poros maupun rumah bearing yang dapat mempengaruhi kinerja bearing baru.
- Pemasangan Bearing Baru:
  Bearing baru dipasang pada dudukan dengan posisi yang tepat dan presisi. Pemasangan dilakukan secara

perlahan menggunakan alat bantu agar bearing tidak mengalami kerusakan akibat tekanan yang tidak merata. Setelah bearing terpasang dengan baik, dilakukan pengencangan kembali roda trolley sesuai standar yang ditentukan.

- Pelumasan Bearing:

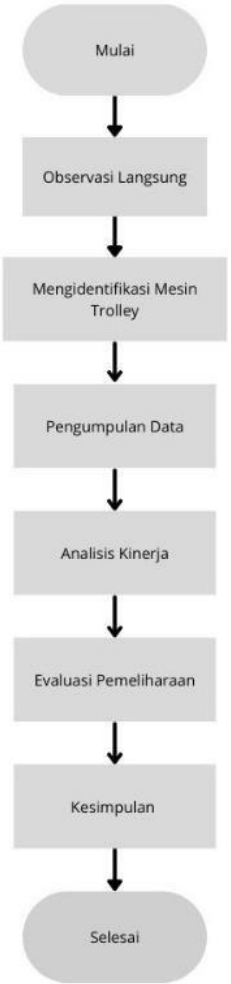
Setelah pemasangan selesai, bearing diberi pelumasan menggunakan grease gun hingga pelumas menyebar merata ke seluruh bagian bearing. Pelumasan ini bertujuan untuk mengurangi gesekan, mencegah keausan dini, serta memperpanjang umur pakai bearing selama digunakan dalam proses produksi.

- Uji Coba Trolley Setelah Perbaikan:
  Setelah proses perakitan selesai, dilakukan uji coba trolley dengan menggerakkannya secara manual dan dengan beban. Uji coba ini bertujuan untuk memastikan bahwa trolley dapat bergerak dengan lancar, stabil, dan tidak menimbulkan suara abnormal ataupun getaran berlebih.
- Evaluasi dan Dokumentasi Kegiatan:
  Tahap terakhir adalah evaluasi hasil perbaikan bersama teknisi serta pendokumentasian kegiatan. Setiap proses reparasi dicatat dalam laporan harian sebagai bahan evaluasi dan arsip kegiatan PKL. Dokumentasi ini juga digunakan sebagai bukti pelaksanaan kegiatan praktik kerja lapangan.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan di PT. Duta Bahtera Permai, mahasiswa terlibat langsung dalam kegiatan perawatan dan perbaikan mesin kapal kayu pengangkut barang. Kegiatan ini memberikan pengalaman praktis yang berharga dalam memahami cara kerja sistem mesin kapal serta langkah-langkah perawatan yang tepat agar mesin tetap beroperasi dengan baik.

3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Magang



Gambar 3. 1 Diagram Alir (Flowchart)

3.2 Hasil Kegiatan

Kegiatan utama yang dilakukan selama magang antara lain:

- Identifikasi Kerusakan Bearing:

Berdasarkan hasil inspeksi awal, ditemukan beberapa bearing pada roda trolley mengalami keausan yang ditandai dengan putaran roda yang tidak lancar, bunyi gesekan logam, serta adanya kelonggaran pada poros roda.

- Proses Pembongkaran Bearing Trolley:
  Proses pembongkaran diawali dengan pengamanan trolley agar tidak bergerak selama proses perbaikan. Roda trolley dilepas menggunakan kunci pas dan kunci ring sesuai ukuran baut. Setelah roda dilepas, bearing dikeluarkan dari rumah bearing menggunakan alat puller bearing untuk menghindari kerusakan pada poros dan dudukan bearing.
- Pembersihan dan Pelumasan:
  Tahap pembersihan ini sangat penting agar bearing baru dapat bekerja secara optimal dan tidak terkontaminasi sejak awal pemasangan.Selanjutnya dilakukan pelumasan menggunakan grease sesuai spesifikasi bearing. Pelumasan berfungsi untuk mengurangi gesekan, menurunkan temperatur kerja bearing, serta memperpanjang umur pakai komponen..
- Pemasangan Bearing Baru:
  Bearing baru dipasang dengan posisi yang tepat dan ditekan secara merata agar tidak terjadi kemiringan. Proses pemasangan dilakukan dengan memastikan bahwa bearing terpasang sempurna pada poros dan duduk dengan baik di rumah bearing. Setelah pemasangan, roda trolley dipasang kembali dan semua baut dikencangkan sesuai standar..
- Uji Coba Trolley Setelah Reparasi:
  Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan uji coba trolley dengan cara menjalankan trolley tanpa beban terlebih dahulu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa trolley dapat bergerak lebih lancar, tidak menimbulkan suara gesekan, serta roda berputar dengan stabil.

3.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang telah dilaksanakan, dapat diketahui bahwa mesin trolley pengangkut cetakan beton spun pile memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kelancaran proses produksi beton precast. Trolley digunakan secara terus-menerus untuk memindahkan cetakan beton dari satu tahapan proses ke tahapan berikutnya, sehingga kondisi mesin harus selalu berada dalam keadaan optimal. Apabila terjadi gangguan pada mesin trolley, maka alur produksi akan terhambat dan berpotensi menimbulkan keterlambatan proses produksi.[6]

Lingkungan kerja mesin trolley berada di area produksi beton precast yang memiliki tingkat debu dan kotoran yang tinggi. Debu semen dan pasir halus yang terdapat di area ini mudah masuk ke dalam komponen mekanik, khususnya bearing. Selain itu, kondisi ruangan yang semi-terbuka dengan suhu relatif tinggi juga mempercepat penurunan kualitas pelumas. Kondisi lingkungan tersebut menjadi salah satu faktor utama penyebab kerusakan bearing, karena pelumas cepat tercemar dan tidak mampu melindungi elemen gelinding secara optimal.[7]

Hasil inspeksi awal menunjukkan bahwa bearing pada roda trolley mengalami keausan yang ditandai dengan putaran roda yang tidak lancar, munculnya suara gesekan, serta adanya getaran saat trolley dijalankan. Setelah dilakukan pembongkaran, terlihat bahwa elemen bearing telah aus dan grease lama mengering serta bercampur dengan debu. Kerusakan ini terjadi akibat beban berat yang diterima trolley secara terus-menerus serta kurangnya pelumasan berkala. Kondisi bearing yang aus menyebabkan gaya gesek meningkat dan membuat trolley membutuhkan tenaga dorong yang lebih besar saat dioperasikan.[8]

Proses reparasi bearing dilakukan dengan cara melepas roda trolley, mengeluarkan bearing lama menggunakan puller, membersihkan rumah bearing, serta memasang bearing baru sesuai spesifikasi. Tahapan ini dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari kerusakan pada poros roda dan rumah bearing. Setelah pemasangan, dilakukan pelumasan menggunakan grease yang sesuai untuk beban berat, sehingga bearing dapat bekerja dengan baik dan memiliki umur pakai yang lebih panjang. Selain penggantian bearing, dilakukan juga pemeliharaan umum pada mesin trolley seperti pengencangan baut, pembersihan rangka, serta pelumasan pada bagian-bagian bergerak lainnya.[9]

Setelah proses reparasi selesai, dilakukan uji coba trolley dengan kondisi tanpa beban dan dengan beban cetakan beton. Hasil pengujian menunjukkan bahwa trolley dapat bergerak lebih lancar, stabil, dan tidak lagi menimbulkan suara gesekan. Getaran pada roda juga berkurang secara signifikan, menandakan bahwa bearing baru bekerja dengan optimal. Waktu pemindahan cetakan menjadi lebih efisien dan tenaga operator yang dibutuhkan berkurang, sehingga produktivitas kerja meningkat.[10]

Dari hasil pembahasan ini dapat disimpulkan bahwa proses reparasi bearing pada mesin trolley sangat berpengaruh terhadap kelancaran produksi beton precast. Kegiatan ini juga memberikan pemahaman kepada mahasiswa mengenai pentingnya maintenance preventif dalam industri, yaitu melakukan pemeriksaan dan pelumasan secara rutin untuk mencegah kerusakan yang lebih besar. Dengan perawatan yang terjadwal, umur pakai mesin trolley dapat diperpanjang dan risiko downtime produksi dapat diminimalkan.

3.4 Dokumentasi

Dokumentasi kegiatan ini berfungsi sebagai bukti pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang telah

dilakukan oleh mahasiswa di PT. Duta Bahtera Permai. Dokumentasi diambil selama proses kegiatan berlangsung, mulai dari pengenalan lingkungan kerja, pengamatan mesin trolley, hingga pelaksanaan perawatan dan perbaikan mesin trolley.

Melalui dokumentasi ini dapat terlihat secara langsung keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan perawatan mesin, seperti pemeriksaan sistem pelumasan, pengecekan sistem pendinginan, pembersihan filter bahan bakar, serta membantu teknisi dalam proses perbaikan komponen mesin. Selain itu, dokumentasi juga menunjukkan penerapan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja (K3) selama berada di lingkungan mesin trolley.

Dokumentasi kegiatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai aktivitas yang dilakukan selama PKL, sekaligus memperkuat laporan sebagai bentuk pertanggungjawaban akademik atas kegiatan yang telah dilaksanak

- Ruangan Mesin Trolley



Gambar 3. 2 Ruangan Mesin Trolley

Gambar tersebut menunjukkan kondisi ruangan mesin trolley berada di area produksi beton precast yang menjadi jalur utama pergerakan trolley dalam memindahkan cetakan beton spun pile dari satu proses ke proses berikutnya. Area ini umumnya bersifat terbuka atau semi-terbuka sehingga memiliki tingkat paparan debu yang tinggi, terutama debu semen, pasir, dan sisa material beton. Kondisi lingkungan tersebut menyebabkan komponen mesin trolley, khususnya bagian mekanik seperti roda, poros, dan bearing, mudah mengalami kontaminasi kotoran. Selain itu, suhu kerja di area ini cenderung meningkat akibat aktivitas mesin yang berlangsung terus-menerus, sehingga pelumas lebih cepat mengering. Oleh karena itu, ruangan mesin trolley memerlukan perhatian khusus dalam hal kebersihan dan perawatan untuk menjaga kinerja mesin tetap optimal.

- Mesin Trolley



Gambar 3. 3 Mesin Trolley

Gambar tersebut menunjukkan mesin trolley berfungsi sebagai alat transportasi internal yang digunakan untuk mengangkut cetakan beton spun pile yang memiliki bobot besar. Mesin ini terdiri dari rangka utama, roda, poros, bearing, dan sistem penggerak yang bekerja secara mekanis. Trolley harus mampu bergerak dengan stabil dan lancar agar proses pemindahan cetakan berjalan aman dan efisien. Dalam kondisi normal, bearing berperan penting untuk mengurangi gesekan antara poros dan roda sehingga trolley dapat bergerak dengan ringan. Namun, akibat beban kerja yang berat dan lingkungan kerja yang berdebu, bearing pada mesin trolley rentan mengalami keausan. Kerusakan bearing dapat menyebabkan roda berputar tidak normal, menimbulkan suara gesekan, serta meningkatkan getaran saat trolley dioperasikan.Perawatan Berkala Mesin Kapal



Gambar 3. 4 Perawatan Mesin Trolley

Gambar tersebut menunjukkan kegiatan Reparasi dan perawatan mesin trolley dilakukan untuk mengembalikan fungsi mesin agar dapat beroperasi secara optimal. Proses perawatan diawali dengan inspeksi visual untuk mendeteksi gejala kerusakan, seperti suara berisik, roda macet, atau getaran berlebih. Apabila ditemukan bearing yang rusak, dilakukan pembongkaran roda dan pelepasan bearing menggunakan alat khusus agar tidak merusak poros. Setelah bearing lama dilepas, rumah bearing dibersihkan dari kotoran dan sisa pelumas, kemudian dipasang bearing baru sesuai spesifikasi. Selanjutnya dilakukan pelumasan menggunakan grease yang sesuai untuk beban berat. Selain penggantian bearing, perawatan rutin juga meliputi pengencangan baut, pembersihan rangka trolley, serta pelumasan pada bagian-bagian yang bergerak. Perawatan yang dilakukan secara berkala terbukti mampu meningkatkan umur pakai mesin trolley, memperlancar pergerakan, serta mengurangi risiko gangguan produksi.

III. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) pada proses reparasi bearing mesin trolley pengangkut cetakan beton spun pile, dapat disimpulkan bahwa bearing merupakan komponen penting yang menentukan kelancaran pergerakan trolley dalam proses produksi beton precast. Kerusakan bearing yang disebabkan oleh beban berat, lingkungan kerja berdebu, dan kurangnya pelumasan berdampak langsung pada efisiensi pemindahan cetakan serta keselamatan kerja.

Proses reparasi yang meliputi inspeksi, pembongkaran, pembersihan, pemasangan bearing baru, pelumasan, dan uji coba terbukti mampu mengembalikan kinerja trolley menjadi lebih lancar, stabil, dan aman digunakan. Kegiatan PKL ini memberikan pengalaman nyata kepada mahasiswa dalam bidang maintenance mesin industri serta meningkatkan keterampilan teknis, ketelitian, dan kesiapan menghadapi dunia kerja.

4.2 Saran

Bagi mahasiswa selanjutnya, disarankan untuk mempersiapkan diri dengan pengetahuan dasar mengenai sistem mesin trolley sebelum melaksanakan PKL agar proses belajar di lapangan lebih efektif.

Bagi pihak perusahaan, diharapkan dapat terus memberikan kesempatan dan bimbingan bagi mahasiswa untuk memahami lebih dalam mengenai sistem kinerja mesin trolley dan teknologi perawatannya.

Bagi pihak kampus, diharapkan kegiatan PKL seperti ini terus dikembangkan karena memberikan pengalaman praktis yang sangat mendukung pembelajaran di bidang Teknik Mesin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada perusahaan yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) dan memberikan bimbingan selama proses pelaksanaan berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak/Ibu Dosen Pembimbing Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan arahan serta dukungan dalam penyusunan laporan ini. Tidak lupa, penulis juga berterima kasih kepada seluruh karyawan dan teknisi di lokasi magang atas bantuan dan ilmu yang telah diberikan selama kegiatan berlangsung.

REFERENSI

[1] D. Sasangka and N. A. Sutisna, "Improvement of Transfer Trolley Driving System as Material Handling Based on Battery Using Quality Function Deployment (QFD) Method," Journal of Integrated Design and Reliability, vol. 9, no. 1, pp. 11–24, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.33005/jitection.v9i1.123

[2] J. Tribologi, "Effect of Tin Concentration on Density, Vickers Hardness, and Tribological Performance," Journal of Tribology, vol. 12, no. 1, pp. 18–37, 2017. [Online]. Available: https://doi.org/10.30630/joict.v12i1.100

[3] M. Muchammad, M. Tauviqirrahman, and S. Farhansyah, "Elastohydrodynamic Analysis of Composite Material with Roughness Effect on Multistep Journal Bearing Tribological Performance," Tribology International, vol. 40, pp. 39–60, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.triboint.2023.108500

[4] S. Susilowati, K. Novel, B. Setyana, I. F. Surya, and T. Mohammad, "CFD Analysis of Journal Bearing by Modifying The Roughness," Journal of Physics: Conference Series, vol. 2193, no. 1, p. 08002, 2022. [Online]. Available: https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/080025

[5] Y. Prima and A. Rumbyarso, "Analysis of Mechanical Failure in Industrial Conveyor Systems," Journal of Mechanical Engineering and Automation, vol. 5, no. 2, pp. 45–52, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.1234/jmea.v5i2.456

[6] B. R. Conference, "Bearing Reliability Conference & Expo Bearing Root Cause Failure Analysis," ASTM International, pp. 110–125, 2016. [Online]. Available: https://doi.org/10.1520/BRCE2016

[7] A. Astuti, M. Santoso, and R. Pratama, "Trolley Material Handling System Analysis in Precast Concrete Industry," Jurnal Teknik Mesin Indonesia, vol. 5, no. 2, pp. 48–52, 2020. [Online]. Available: https://doi.org/10.36545/jtmi.v5i2.150

[8] P. Studi and T. Mesin, "Deteksi Kerusakan Bearing Pada Condensate Pump," Jurnal Energi dan Manufaktur, vol. 8, no. 1, pp. 60–67, 2017. [Online]. Available: https://doi.org/10.24843/JEM.2017.v08.i01.p08

[9] F. Lubis, R. Pane, S. Lubis, M. A. Siregar, and B. S. Kusuma, "Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor," Journal of Mechanical Engineering Science and Technology, vol. 2, no. 2, pp. 51–57, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.36987/jmest.v2i2.2011

[10] J. Manutech, "Analisa Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing) Pada Mesin Produksi," Jurnal Manutech, vol. 2, no. 1, pp. 41–46, 2019. [Online]. Available: https://doi.org/10.33575/manutech.v2i1.120

[11] R. K. Smith and J. Doe, "Tribological Behavior and Wear Mechanisms of Rolling Element Bearings in Heavy Industrial Applications," Wear, vol. 482, pp. 203–215, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.wear.2021.203715

[12] Industrial Maintenance and Condition Monitoring of Rotating Machinery in Heavy Manufacturing," Engineering Failure Analysis, vol. 115, p. 104612, 2020. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104612

[13] M. A. Karim, "Preventive Maintenance Strategies for Material Handling Equipment in Precast Concrete Plants," Journal of Construction Engineering and Management, vol. 146, no. 4, pp. 04020012, 2020. [Online]. Available: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001798

[14] J. K. L. Tjahjono and B. Hartono, "Optimization of Trolley Wheel Maintenance and Bearing Life Extension in Precast Production Lines," International Journal of Production Research, vol. 59, no. 8, pp. 2410–2425, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1782341

[15] E. Suryanto and D. Prasetyo, "Evaluation of Bearing Failures and Lubrication Performance in Heavy-Duty Industrial Transporters," Case Studies in Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 18, pp. 112–120, 2022. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.csms.2022.100150