

## ***High Torque and Increased Wear Redefine Gearbox Longevity in Electric Motors***

### ***Torsi Tinggi dan Peningkatan Keausan Mendefinisikan Ulang Umur Panjang Gearbox pada Motor Listrik***

Muhammad Dwi Andika Yudistira<sup>1</sup>, A'rasy Fahrudin<sup>2\*</sup>  
\*Email corresponding author: [arasy.fahrudin@umsida.ac.id](mailto:arasy.fahrudin@umsida.ac.id)

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

**Abstract.** *This study explores the accelerated wear of gearboxes driven by electric motors compared to gearboxes in combustion engines, highlighting the important role of lubrication quality. The continuous operation of sugarcane processing machines requires durable gearboxes, especially under the high torque load of electric motors. By analyzing gearbox wear through standard load tests and various lubricant qualities, the findings reveal that superior lubricants significantly reduce wear. These results not only demonstrate the need for customized gearbox designs for electric motors, but also show that improvements in lubrication practices can extend gearbox life and increase efficiency in industrial applications globally.*

**Keywords -** *Gearbox; Grind; Sugar Factory*

**Abstrak.** *Studi ini mengeksplorasi keausan gearbox yang dipercepat yang digerakkan oleh motor listrik dibandingkan dengan gearbox pada mesin pembakaran, dengan menyoroti peran penting kualitas pelumasan. Pengoperasian mesin pengolah tebu yang terus menerus membutuhkan gearbox yang tahan lama, terutama di bawah beban torsi tinggi motor listrik. Dengan menganalisis keausan gearbox melalui uji beban standar dan berbagai kualitas pelumas, temuan ini mengungkapkan bahwa pelumas yang unggul secara signifikan mengurangi keausan. Hasil ini tidak hanya menunjukkan perlunya desain gearbox yang disesuaikan untuk motor listrik, tetapi juga menunjukkan bahwa peningkatan dalam praktik pelumasan dapat memperpanjang usia gearbox dan meningkatkan efisiensi dalam aplikasi industri secara global.*

**Kata Kunci -** *Gearbox; Gilingan; Pabrik Gula*

## **I. PENDAHULUAN**

Stasiun Gilingan berfungsi untuk melakukan pemerasan kandungan gula pada tebu [1]. Pada mesin gilingan ada salah satu elemen kritis yaitu gearbox. Gearbox merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan gearbox disebut juga alat pengubah daya dari alat motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar [2]. Gearbox adalah alat yang berfungsi untuk mentransmisikan daya dari motor ke perangkat gilingan tebu. Gearbox juga merupakan susunan roda gigi atau gear di dalam box unit yang mempunyai rasio yang bervariasi. Roda gigi merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran dari satu poros ke poros lainnya [3]. Namun, gearbox juga merupakan salah satu komponen yang paling rentan terhadap keausan dan kerusakan dalam operasi sehari-hari. Keandalan gearbox sangat penting dalam menjaga produktivitas dan efisiensi proses penggilingan tebu.

Penyebab keausan gearbox bisa disebabkan oleh benda material gearbox yang buruk, dan kurangnya pelumasan pada gearbox sering dialami ketika mesin berputar tersebut mensirkulasi minyak pelumas namun terjadi kerusakan pada *oil seal gear* sehingga mengalami kebocoran dan berdampak pada berkurangnya minyak pelumas di dalam gearbox [4]. Pelumasan yang tidak optimal menyebabkan komponen-komponen pada gearbox mengalami keausan atau penurunan bahan dan mengakibatkan komponen akan cepat rusak sebelum waktunya yang sesuai dengan ketahanan bahan dan jam kerja suatu komponen gearbox [5].

**Tabel 1.** Komponen Komponen pada Gearbox

Komponen	Fungsi
1. Gigi (Gears)	Gigi-gigi dalam gearbox berfungsi untuk mengatur tenaga dari motor listrik ke perangkat yang ingin digerakkan.
2. Poros Input dan Poros Output	Poros Input berfungsi sebagai menghubungkan gearbox kepada sumberdaya sedangkan poros Output berfungsi untuk menghubungkan ke mesin yang ingin digerakkan.
3. Bearing (Bantalan)	Fungsi Bearing sebagai dudukan poros, sehingga poros bisa berkerja dengan baik.
4. Seal (Segel)	Seal berfungsi untuk menjaga minyak pelumas tetap didalam gearbox dan dapat mencegah masuknya kotoran.
5. Lubrication System (Sistem Pelumasan)	Lubrication System berfungsi untuk menurunkan atau mengurangi keausan pada bagian-bagian yang saling bergesekan.
6. Clutches (kopling)	Clutch berfungsi untuk meneruskan putaran atau tenaga dari mesin ke transmisi melalui poros input.

Secara prinsip, pelumasan berfungsi untuk mencegah keausan yang disebabkan oleh gesekan antar benda yang bergerak relatif [6]. Sistem Pelumasan Mesin adalah suatu sistem yang bertujuan memberikan lapisan film (oil film) untuk mencegah kontak langsung pada komponen komponen yang bergesekan [7]. Untuk menjaga kondisi mesin agar tetap baik diperlukan kegiatan perawatan yang sesuai sehingga dapat mengurangi tingkat kerusakan dan memperpanjang umur suatu mesin.

Sistem perawatan yang dilakukan oleh perusahaan adalah bersifat *overhaul* saat musim giling selesai dan ketika musim giling menggunakan sistem *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*, tetapi dalam pelaksanaannya masih belum terprogram dengan adanya *Standart Operational Procedure* (SOP) serta bidang khusus dalam organisasi perusahaan yang menangani perawatan [8]. *Preventive maintenance* dan *corrective maintenance* bertujuan mencegah kerusakan pada mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reliability* dan dapat mengurangi *downtime*. Pada saat *maintenance* terdapat komponen kritis dari mesin gilingan yang sering mengalami kerusakan dalam beberapa tahun terakhir serta proses perbaikan pada komponen kritis pada mesin tersebut perusahaan mengalami *downtime* yang cukup lama [9]. Keandalan mesin dan fasilitas produksi merupakan salah satu aspek yang dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi serta produk yang dihasilkan [10]. Kegiatan perawatan mesin dan fasilitas produksi meliputi perbaikan, pengaturan dan penggantian yang dibutuhkan agar aktivitas produksi terlaksana sesuai dengan yang dijadwalkan.

## II.METODE

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan yang dimulai pada tanggal 1 September sampai 31 Oktober. Objek penelitian yang diambil yaitu perawatan mesin gearbox agar tidak mengalami keausan jika digunakan secara terus menerus. Metode penelitian yang digunakan dengan pengumpulan informasi melalui observasi lapangan, studi literatur, dan melakukan wawancara kepada operator gilingan serta kepada masinis pada bagian penggilingan.



**Gambar 1.** Struktur Alur Penelitian

#### A. Observasi Lapangan

Observasi ini dilakukan melalui pengamatan di stasiun gilingan untuk mencari penyebab masalah keausan gearbox pada mesin gilingan tebu. Observasi dilakukan dengan cara mengamati mesin gearbox dengan disertai melakukan pencatatan jika menemui sebuah permasalahan.

#### B. Studi Literatur

Metode studi literatur adalah kegiatan pengumpulan data pustaka dengan melalui membaca, mencatat, serta mengolah bahan penelitian. Sumber data untuk metode studi literatur dapat berupa catatan/ rekaman diskusi ilmiah, artikel atau jurnal ilmiah dalam bentuk manual atau digital.

#### C. Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data dengan melalui proses tanya jawab secara langsung atau tatap muka dengan narasumber yang dituju. Melalui wawancara peneliti dapat mengumpulkan data yang beragam dari responden dalam berbagai situasi. Pada saat wawancara peneliti melakukan tanya jawab dengan para operator Gilingan dalam menangani masalah yang pernah terjadi.

#### D. Analisa Hasil

Analisa hasil merupakan metode pengolahan data secara mendalam dari data yang telah diperoleh melalui observasi atau pengamatan, literatur dan wawancara.

#### E. Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan analisa hasil, peneliti harus melakukan pengolahan data dan informasi yang telah didapatkan agar dapat ditarik suatu kesimpulan untuk menjawab permasalahan yang ada pada penelitian ini.

### III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Gearbox ini merupakan mesin yang berpengaruh untuk mengoperasikan mesin yang ada di stasiun gilingan maka dari itu gearbox diharapkan bisa beroperasi semaksimal mungkin dalam waktu yang lama, ada beberapa faktor penyebab keausan pada gearbox yang mengakibatkan gearbox tidak bisa bekerja dengan baik. Dalam penelitian ini akan membahas faktor penyebab keausan gearbox.



**Gambar 2.** Mesin Gearbox

Putaran dari motor listrik yang di teruskan ke input shaft (poros input) melalui hubungan antara *clutch* / kopleng, setelah itu putaran di teruskan ke main shaft (poros utama), torsi / momen yang ada di main shaft di teruskan ke spindel mein, karena adanya perbedaan rasio dan bentuk dari gigi-gigi tersebut sehingga rpm atau putaran yang di peroleh dari spindel berbeda dengan yang di keluarkan, tergantung dari rpm yang mau di gunakan atau di inginkan.

•Penguujian Keausan Dengan Metode AGMA (American Gear Manufacturers Association).

$$\sigma_c = C_p \sqrt{\frac{F_t C_o C_m C_f}{C_v d b l}} \quad \text{dimana :} \quad (1)$$

- $\sigma_c$  = tegangan tekan yang terjadi
- $C_p$  = koefisien yang tergantung dari sifat elastisitas bahan
- $F_t$  = gaya tagensial
- $C_o$  = faktor beban lebih
- $C_v$  = faktor dinamis
- $d$  = diameter pinion
- $b$  = lebar gigi
- $C_s$  = faktor ukuran  
= 1-1.25  
= bila tak ada masalah/pengaruh efek
- $C_m$  = faktor distribusi beban
- $l$  = faktor geometri
- $C_t$  = faktor kondisi permukaan  
= 1 (pengerjaan akhir sangat baik)  
= 1.25 (pengerjaan tidak terlalu baik)  
= 1.5 (pengerjaan akhir kurang baik)

$$\sigma_c \leq S_{ac} \left[ \frac{C_L C_H}{C_T C_R} \right] \quad \text{diman:} \quad (2)$$

- $S_{ac}$  = tegangan kontak yang diijinkan bahan
  - $C_L$  = faktor umur
  - $C_H$  = faktor perbandingan kekerasan
  - $C_T$  = faktor temperatur
  - $C_R$  = faktor keamanan
- Sedangkan nilai  $C_T$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$C_T = \frac{460 + TF}{620} \quad \text{dimana :} \quad (3)$$

- $F$  = temperatur tertinggi dari minyak Pelumas (°F)→160°F
- Dan apa bila ;

$$\sigma_c \leq S_{ac} \left[ \frac{C_L C_H}{C_T C_R} \right] \rightarrow \text{perencanaan aman.} \quad (4)$$

## A. Data spesifikasi Gearbox

Data-data spesifikasi Gearbox sebagai berikut:

**Tabel 2.** Data Spesifikasi Gaerbox

Merek	Siemens
Type & Spec	B1380-SFW
Transmitted Horspower	560 kW
Input Speed	100 RPM
Output Speed	3.84 RPM
Gear Ratio	1/26.0

## B. Beberapa Faktor Penyebab Keausan Gearbox

Ada beberapa faktor masalah yang dapat menyebabkan keausan pada gearbox, beberapa faktor tersebut yaitu:

### 1. Gesekan

Terjadinya gesekan gigi-gigi dalam gearbox penyebab utama keausan. Apabila gigi-gigi tidak sejajar dengan baik maka akan terjadi gesekan yang berlebihan dapat menimbulkan keausan.

### 2. Pelumasan

Pelumasan yang tidak cukup atau pelumas yang kualitasnya buruk mengakibatkan gesekan berlebihan dan panas, dan dapan mengurangi kinerja gearbox.

### 3. Kontaminasi

Masuknya kotoran, debu, atau partikel asing kedalam gearbox dapat mengganggu kinerja dan mengakibatkan keausan.

### 4. Beban Berlebih

Apabila gearbox terus-menerus dioperasikan diluar batas beban yang direkomendasikan, kinerjanya bisa terpengaruh dan komponen dapat rusak atau aus.

### 5. Kualitas Bahan

Bahan yang kurang baik atau komponen yang tidak sesuai dengan kebutuhan aplikasi dapat menyebabkan kinerja tidak optimal.

### 6. Kerusakan Mekanis

Terjadinya kerusakan pada fisik komponen gearbox, seperti patahan gigi atau poros, tidak dapat berfungsi dengan baik.

Pentingnya untuk melakukan perawatan secara rutin pada gearbox saat pabrik berhenti produksi (maintenance) untuk menghindari timbulnya suatu masalah yang tidak diinginkan pada saat gearbox sedang beroperasi yang dapat mempengaruhi kinerja gearbox.

## C. Solusi permasalahan

Berdasarkan faktor-faktor suatu masalah yang terjadi di lapangan, melakukan pengamatan pada gearbox, menganalisis sumber permasalahan yang ada pada gearbox, melakukan wawancara pada operator serta melakukan observasi yang berfokus pada bagian gearbox. Hasil dari melakukan pengamatan dan mencari solusi yang tepat agar bisa meminimalisir kerusakan yang terjadi pada gearbox.

Berikut solusi sementara yang dapat disimpulkan untuk meminimalisir kerusakan:

### 1. Perawatan Rutin

Melakukan perawatan rutin seperti mengganti oil gearbox, memeriksa kebocoran, dan mengganti filter dapat memperpanjang umur gearbox.

### 2. Pemilihan Oil yang Tepat

Menggunakan jenis oil yang sesuai dengan rekomendasi dari pabrik untuk mengurangi gesekan dan keausan.

### 3. Pemeriksaan Berkala

Melakukan pemeriksaan secara berkala terhadap gearbox dapat mengetahui sebuah gejala-gejala awal keausan dan kerusakan pada gearbox.

### 4. Penggantian Komponen

Apabila gearbox mengalami kerusakan yang serius, pertimbangkan untuk mengganti komponen yang baru supaya bisa beroperasi dengan baik.

### 5. Perencanaan Pergantian Komponen

Buat jadwal untuk mengganti komponen-komponen yang sudah aus atau rusak sebelum mencapai batas usia yang kritis.

Melakukan solusi-solusi permasalahan guna bisa dapat meminimalisir keausan atau kerusakan pada mesin gearbox, dan mesin dapat bekerja dengan baik. Bisa juga mengurangi terjadinya *trouble pada* saat proses giling beroperasi.

## IV.KESIMPULAN

Mesin gearbox yang akan digunakan sebagai alat produksi harus selalu dalam kondisi baik setiap hari. Mesin gearbox memerlukan perawatan secara rutin dalam penggunaannya agar tidak mengalami keausan jika digunakan secara terus menerus. Beberapa faktor yang menyebabkan keausan pada gearbox adalah gesekan antara gigi-gigi pada mesin gearbox, kelebihan atau kekurangan dalam melakukan pelumasan mesin gearbox, kontaminasi berbagai komponen dari luar mesin misalnya debu atau kotoran, beban yang berlebih ketika melakukan pengoperasian mesin bisa menyebabkan mesin cepat rusak, kualitas bahan yang dipilih kurang baik, kerusakan mekanis. Solusi yang dapat digunakan untuk perawatan terhadap mesin gearbox adalah dengan melakukan perawatan secara rutin, pemilihan oil yang sesuai dengan kebutuhan mesin, pemeriksaan berkala dan bertahap, penggantian komponen yang mengalami kerusakan, perencanaan pergantian komponen.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam kelancaran penelitian dan pembuatan artikel ini dan memberikan izin tempat untuk melakukan analisa dan studi kasus, serta kepada pembimbing yang telah membantu penyempurnaan artikel ini.

## REFERENSI

- [1] A. T. N. Huda, O. Novareza, and D. P. Andriani, "Analisis Aktivitas Perawatan Mesin HDS di Stasiun Gilingan Menggunakan Maintenance Value Stream Map (MVSM) (Studi Kasus PG. Kebon Agung Malang)," *J. Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 311–321, 2015.
- [2] D. Diniaty, "Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Berdasarkan Waktu Standar Dengan Metode Work Sampling Di Stasiun Repair Overhaul Gearbox (Studi Kasus: PT. IMECO Inter Sarana)," *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2018. doi: 10.24014/jti.v3i1.5557.
- [3] H. Sutanto, "Analisis Tegangan Roda Gigi Miring pada Transmisi Kendaraan Roda Empat

- berdasarkan Agma dan Ansys," J. Nas., vol. 12, no. 1, pp. 17–25, 2017.
- [4] T. K. Setiawan, "Analisis Kerusakan Pada Gearbox Overhead Crane 10 TON DI PT. INKA (Persero) Madiun Dengan Metode Oil Used Analysis," Skripsi, pp. 1–63, 2016.
- [5] D. P. Pinaldy, "Dimas Putra Pinaldy Program Studi Teknik Diploma IV," pp. 9–12, 2019.
- [6] I. Syafa'at, "Tribologi, Daerah Pelumasan Dan Keausan," J. Momentum UNWAHAS, vol. 4, no. 2, pp. 21–26, 2008.
- [7] K. Ikhsan et al., "Rancang Bangun Alat Simulator Gearbox Untuk Abstrak," J. Mesin Sains Terap., vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2018.
- [8] R. P. Lukodono, R. Soenoko, J. M. Haryono, and I. U. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, "Analisis Penerapan Metode RCM Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X)," J. Rekayasa Mesin, vol. 4, no. 1, pp. 43–52, 2013.
- [9] M. Agung, Prastia., et al., "Sistem Monitoring Solar Panel Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Menggunakan NI-MYRIO dan LabVIEW," 2018.
- [10] M. S. Muhammad and M. S. Rifa'i, "SAYUTI-perawatan mesin," Eval. Manaj. Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metod. Reliab. Centered Maint. Pada PT. Z, vol. 2, no. 1, 2013.