



# Kajian Penyebab Kerusakan Capstan Pada Mesin Twisting di PT. Indo Kordsa

Adhitya Dhany Prasetyo<sup>1\*</sup>, Rosidi<sup>2</sup>, Idrus Assagaf<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

\*Corresponding author E-mail address : [adhitya.dhanyprasetyo.tm20@mhs.pnj.ac.id](mailto:adhitya.dhanyprasetyo.tm20@mhs.pnj.ac.id)

## Abstrak

PT. Indo Kordsa adalah perusahaan manufaktur yang berbasis di Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Perusahaan ini memproduksi kain ban, benang Nylon dan Polyester. Salah satu mesin yang digunakan di PT Indo Kordsa adalah mesin Twisting. Permasalahan yang terjadi pada mesin twisting di PT Indo Kordsa adalah Capstan sehingga menyebabkan terganggunya proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan pada capstan, melakukan perbaikan pada capstan dan mencari solusi untuk mencegah kerusakan pada capstan dengan menggunakan metode Root Cause Analysis di PT Indo Kordsa. Selanjutnya dilakukan Fishbone Diagram untuk menemukan sebab akibat dan menganalisis dari Fishbone Diagram. Setelah dilakukan analisis dan didapatkan hasilnya, maka penulis mengusulkan aksi perbaikan dan penambahan preventif maintenance pada capstan untuk PT Indo Kordsa. Diharapkan dengan adanya penambahan preventif maintenance pada capstan ini, perusahaan dapat mengurangi resiko kerusakan pada capstan.

*Kata Kunci : Capstan, Mesin Twisting, Root Cause Analysis, Maintenance*

## Abstract

PT. Indo Kordsa is a manufacturing company based in Bogor, West Java, Indonesia. The company produces tire cord, Nylon and Polyester threads. One of the machines used at PT Indo Kordsa is the Twisting machine. The problem that occurs in the twisting machine at PT Indo Kordsa is Capstan, which causes disruption to the production process. This study aims to analyze damage to capstans, make repairs to capstans and find solutions to prevent damage to capstans using the Root Cause Analysis method at PT Indo Kordsa. Next, a Fishbone Diagram is carried out to find cause and effect and analyze from the Fishbone Diagram. After analyzing and obtaining the results, the authors propose corrective actions and additional preventive maintenance on capstans for PT Indo Kordsa. It is expected that with the addition of preventive maintenance on this capstan, the company can reduce the risk of damage to the capstan.

*Keywords: Engine Cummins, Generator Set, Injector, Black Smoke, Fishbone Diagram, Root Cause Analysis*

## 1. PENDAHULUAN

PT. IndoKordsa Tbk. Merupakan perusahaan yang bergerak dalam menghasilkan Kain Ban, Benang Nylon dan Polyester, Benang Serat Industri/Benang Filament buatan. PT. INDOKORSDA Tbk. Terdiri 3 Plant yaitu Nylon, Polyester dan TCF (Tire Cord Production and Fabric) PT INDKORSDA Tbk. Memiliki berbagai mesin produksi yang berbeda salah satu mesin yang dimiliki adalah mesin Twisting yang berada di plant TCF.

Mesin *Twisting* adalah suatu alat yang memproduksi kain tali ban untuk bahan kerangka ban mobil. Sebagai salah satu peralatan yang digunakan dalam proses produksi kain ban, digunakan mesin twisting untuk memilin benang cord. Karena kualitas yang lebih baik, lebih sedikit limbah dan konsumsi kabel, tapak yang lebih kecil, efisiensi yang lebih tinggi, dan kebutuhan tenaga kerja yang lebih kecil, mesin twisting telah banyak digunakan dalam beberapa tahun terakhir dan telah menjadi salah satu peralatan utama untuk pemrosesan benang [1]. Saat mesin twisting bekerja, putaran benang industri berkecepatan tinggi menghasilkan balon, yang memiliki karakteristik tegangan tinggi dan konsumsi energi tinggi. Dalam keadaan tertentu, tegangan puntir akan berpengaruh pada bentuk balon puntir. Ukuran balon terkait dengan energi mesin pemutar langsung. Semakin kecil radius maksimum balon, semakin sedikit energi yang perlu dikonsumsi. Untuk produsen bnang, mengurangi

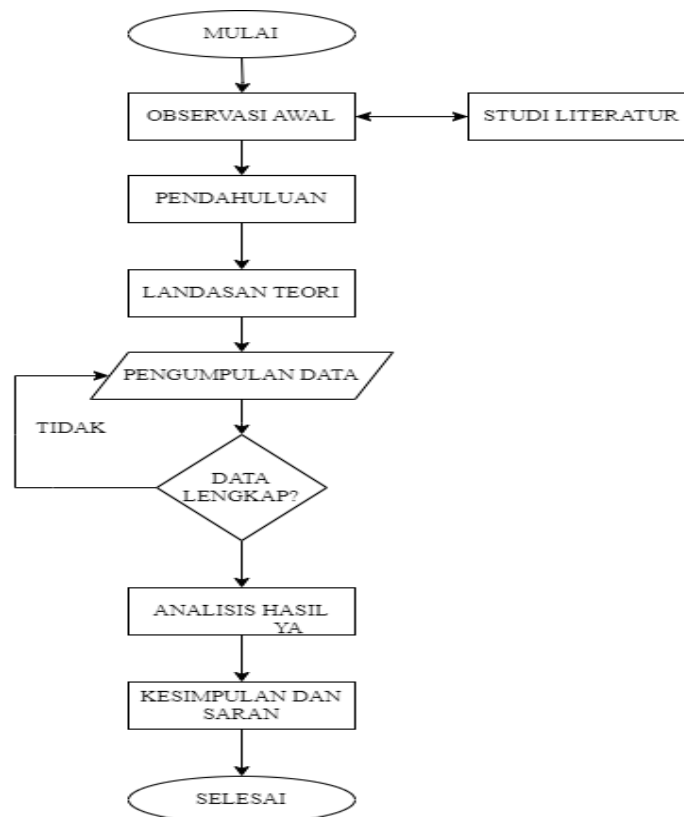
kerusakan benang puntir, meningkatkan kualitas puntiran, meningkatkan efisiensi produksi puntiran, dan mengurangi konsumsi.

Capstan merupakan part yang digunakan dalam bagian mesin twisting yang berfungsi untuk menurunkan tegangan puntir benang ke tingkat tegangan yang lebih rendah, kecepatan penggulung dan tingkat memutar pada mesin, kecepatan menarik benang dapat menentukan tingkat twist pada twist per meter (TPM), Capstan sangat mempengaruhi kualitas benang yang dihasilkan, jumlah Capstan disetiap Mesin twisting berjumlah 100 hingga 140 tergantung dari *Type* setiap mesin *Twisting*, Capstan juga memerlukan *Maintenance* secara berkala untuk kelancaran proses produksi di mesin twisting.

Permasalahan yang terjadi pada capstan di mesin twisting adalah capstan yang sudah tidak bisa berputar dan capstan berbunyi kasar saat berputar yang menyebabkan gulungan benang pada mesin twisting tidak sesuai standar dan harus dibuang, oleh karena itu diperlukan pencegahan, melalui langkah *Root Cause Analysis*, penulis mengangkat tema “**Kajian Penyebab Kerusakan Capstan Pada Mesin Twisting Di PT. Indo Kordsa**”. Penulis berupaya untuk mencari penyebab permasalahan, langkah perbaikan dan solusi untuk menghindari masalah tersebut agar tidak terulang kembali

## 2. METODE Pengerjaan

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan *Root Cause Analysis* dan *Fishbone* Diagram. Pada bab ini akan dibahas mengenai permasalahan pada capstan di mesin twisting, secara keseluruhan pembuatan dan penyelesaian penelitian ini digambarkan dalam diagram alir yang terdapat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Diagram Alir Pengerjaan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kerusakan Capstan pada Mesin Twisting

Pada periode bulan April 2023, terjadi kerusakan Capstan pada Mesin Twisting yang membuat kerugian / cost

terhadap perusahaan. Berikut merupakan data kerusakan Capstan pada Mesin Twisting pada bulan April 2023. Dari tabel 3.1. merupakan data kerugian dan kerusakan capstan pada mesin twisting, sehingga perlu dilakukan analisis untuk mencari penyebab kerusakan agar bisa dilakukan langkah pencegahan untuk meminimalisir kerusakan tersebut

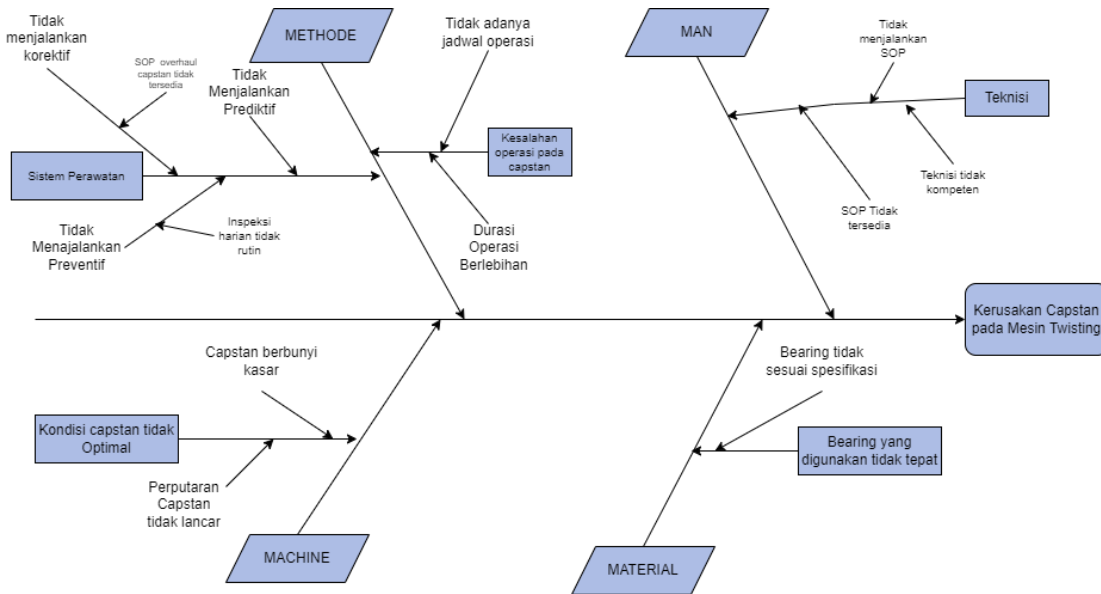
Tabel 3. 1 Data Kerusakan Bulan April

Tanggal	Type Mesin	Part	Kuantitas	Harga	Total Harga
1/4/2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	5	\$187,18	\$935,9
2/4/2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	1	\$187,18	\$187,18
3/4/2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	1	\$187,18	\$187,18
4/4/2023	K3501B	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	1	\$187,18	\$187,18
5/4/2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	3	\$187,18	\$561,54
6/4/2023	K3501B, K3501C, K3501E	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	3	\$187,18	\$561,54
8/4/2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	2	\$187,18	\$374,36
9/4/2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	4	\$187,18	\$748,72
10/4/2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	5	\$187,18	\$935,9
11/4/2023	K3501B, K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	6	\$187,18	\$1.123,08
13-4-2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	1	\$187,18	\$187,18
14-4-2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	1	\$187,18	\$187,18
15-4-2023	K3501B, K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	2	\$187,18	\$374,36
16-4-2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	1	\$187,18	\$187,18
17-4-2023	K3501B	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	2	\$187,18	\$374,36
19-4-2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	4	\$187,18	\$748,72
26-4-2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	1	\$187,18	\$187,18
27-4-2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	3	\$187,18	\$561,54
28-4-2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	1	\$187,18	\$187,18
29-4-2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	2	\$187,18	\$374,36
30-4-2023	K3501C	Yichang: ROLLER SHAFT ASSEMBLED (capstan CB)	4	\$187,18	\$748,72

#### Analisis Data

Setelah didapatkan data kerugian dan kerusakan capstan pada mesin twisting, langkah selanjutnya yaitu menganalisis penyebab kerusakan capstan pada mesin twisting, penulis menggunakan Root Cause Analysis dengan metode diagram Fishbone untuk mengambil beberapa penyebab kerusakan capstan pada mesin twisting.

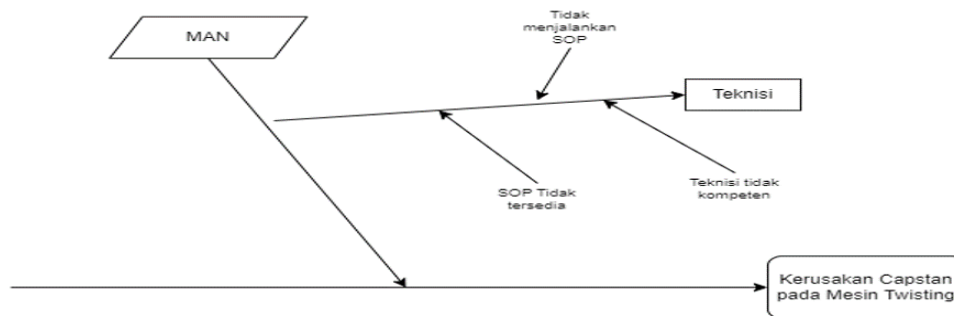
Data penyebab kerusakan didasarkan pada data perusahaan dan wawancara. Sumber data wawancara didapatkan dari teknisi dan supervisor mesin *twisting mill*.



Gambar 2. 1 Metode Fishbone Diagram

**Faktor Man**

Faktor *Man* mengevaluasi teknisi mesin *twisting* yang bersangkutan, Gambar 4.1 memaparkan beberapa penyebab dari faktor *man*, Tabel X menyajikan beberapa pertanyaan dan hasil wawancara untuk evaluasi dari faktor *man*



Gambar 3. 2 Diagram Faktor Man

Tabel 3. 2 Faktor Man

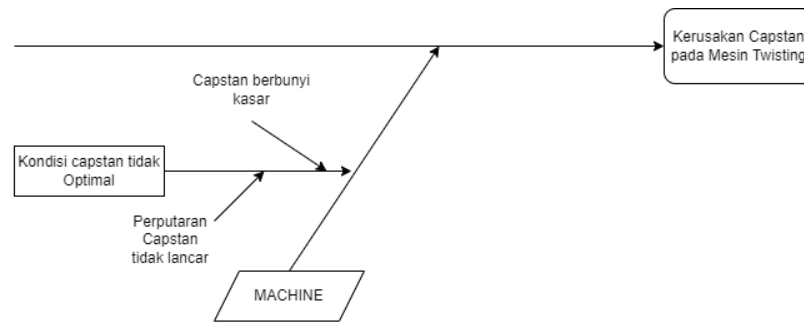
Teknisi Mesin Twisting Mill			
No.	Unsur Pemeliharaan	Ya	Tidak
1	Apakah tersedia SOP untuk pemeliharaan Capstan?	✓	
2	Apakah Teksini berkompeten dalam melakukan pemeliharaan Capstan?	✓	
3	Apakah teknisi melakukan pemeliharaan capstan sesuai SOP?	✓	

Berdasarkan tabel 3.2 secara garis besar setiap unsur yang menjadi bagian dari faktor *man* menunjukkan hasil yang positif. Artinya tidak terdapat unsur masalah pada faktor *man* dari segi pemeliharaan *capstan*.

**Faktor Machine**

Faktor *machine* merupakan faktor yang berasal dari keandalan *capstan* tersebut. Unsur yang dapat menjadi

cause pada kerusakan ini adalah kondisi yang dialami *capstan* tersebut sebelum diperlukannya tindakan perbaikan. Gambar x memaparkan beberapa penyebab dari faktor machine. Tabel x menyajikan beberapa pertanyaan dan hasil wawancara untuk evaluasi dari faktor *machine*.



Gambar 3. 3 Diagram Faktor Machine

Tabel x menyajikan beberapa pertanyaan dari hasil wawancara pada faktor machine

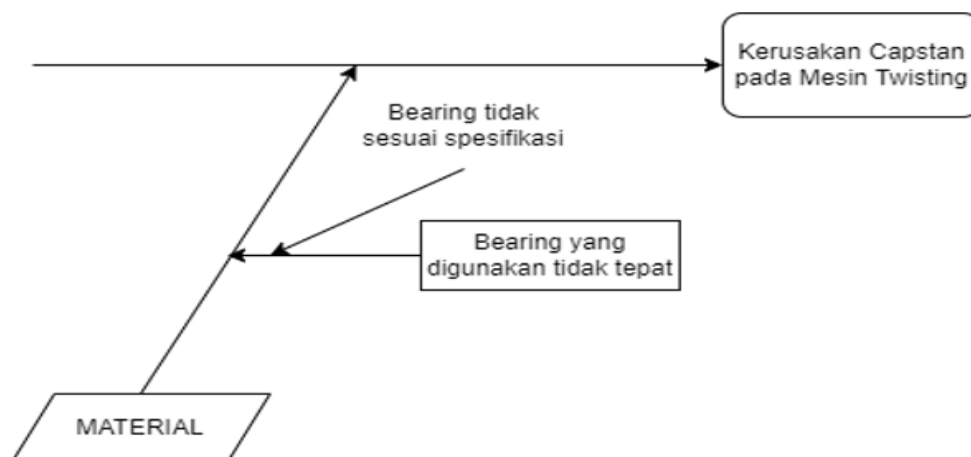
Tabel 3. 3 Faktor Machine

Kondisi Capstan pada Mesin Twisting			
No.	Kondisi yang Terjadi Pada Capstan	Ya	Tidak
1	Apakah Capstan Berbunyi Kasar?	✓	
2	Apakah Perputaran Capstan tidak lancar?	✓	

Hasil dari tabel 3.3. ditemukan bahwa kondisi aktual yang terjadi pada *capstan* adalah terjadi bunyi yang kasar dan perputaran pada capstan tidak lancar. Hal tersebut terjadi sebelum adanya perbaikan, namun setelah pergantian *bearing* dan dijalankan kembali, diketahui bahwa bunyi kasar terjadi akibat kerusakan dari *bearing*, namun jika perputaran masih tidak lancar, sehingga housing pada capstan mengalami pergantian dan dijalankan kembali, diketahui bahwa perputaran *capstan* yang tidak lancar diakibatkan oleh *housing* yang telah terkikis yang mengakibatkan adanya celah *outer bearing* terhadap *housing* tersebut.

**Faktor Material**

Faktor material berujuan apakah material yang digunakan sudah sesuai dari standar atau belum, yaitu bearing yang digunakan pada *capstan mesin twisting* tersebut.



Gambar 3. 4 Diagram Faktor Material

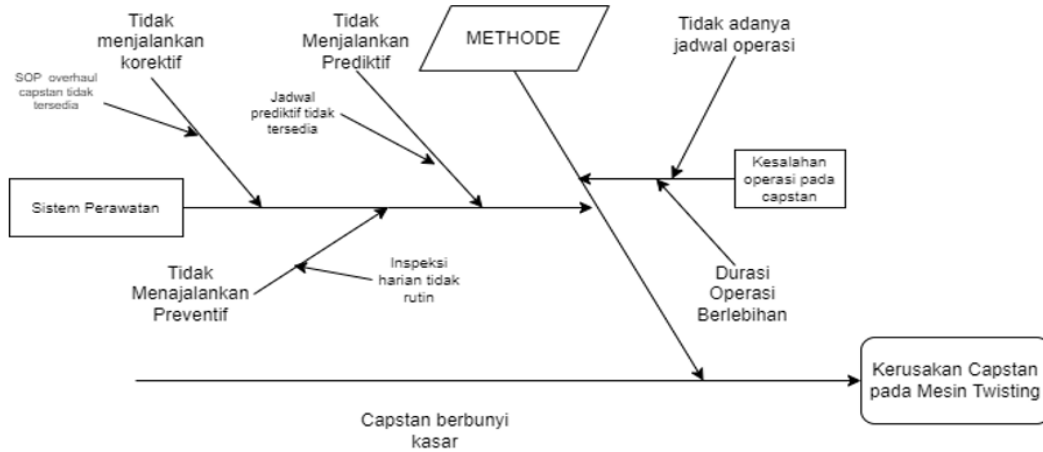
Bearing pada capstan mesin twisting			
No.	Bearing pada Capstan	Ya	Tidak
1	Apakah <i>Bearing</i> sudah sesuai spesifikasi?	✓	

Tabel 4. 4 Faktor Material

Hasil dari tabel x menunjukkan bahwa spesifikasi *bearing* yang digunakan sebelum terjadi kerusakan ini sudah sesuai dengan standar yang digunakan pada *capstan mesin twisting*.

**Faktor Methode**

Faktor Method berhubungan dengan faktor man yang mengevaluasikan bagaimana SDM tersebut merawat capstan tersebut. Gambar x memaparkan beberapa penyebab dari faktor method.



Gambar 3. 5 Diagram Faktor Method

Faktor method dibagi menjadi 2 bagian utama yang menjadi pendukung analisa yaitu kesalahan dalam megoperasikan *capstan* dan kesalahan dalam sistem perawatan *capstan*, tabel x menyajikan beberapa pertanyaan dan hasil wawancara untuk evaluasi dari faktor *methode*.

Pengoperasian Capstan			
No.	Unsur Pengoperasian	Ya	Tidak
1	Apakah pengoperasian capstan sesuai standar?	✓	
2	Apakah tersedia jadwal pemeliharaan capstan?		✓
3	Apakah capstan pernah dioperasikan melebihi kapasitas?	✓	
Sistem Perawatan Capstan			
No.	Unsur Perawatan Preventif	Ya	Tidak
1	Apakah tersedia jadwal preventif?		✓
2	Apakah inspeksi harian rutin?		✓
3	Apakah teknisi berkompeten dalam melakukan preventif pada capstan?	✓	
No.	Unsur Perawatan Prediktif	Ya	Tidak
1	Apakah tersedia jadwal prediktif untuk capstan?		✓
2	Apakah ada jadwal pergantian bearing?		✓
No	Unsur Perawatan Korektif	Ya	Tidak
1	Apakah ada SOP overhaul pada capstan?		✓
2	Apakah teknisi melakukan overhaul sesuai SOP?		✓
3	Apakah ada riwayat general overhaul capstan?	✓	
4	Apakah teknisi berkompeten dalam general overhaul?	✓	

Tabel 3. 5 Faktor Methode

Hasil dari tabel x menunjukkan bahwa teknisi telah mengoperasikan capstan sesuai prosedur, namun pernah didapati bahwa capstan tersebut pernah dioperasikan melebihi kapasitasnya, tidak adanya jadwal pergantian bearing dan tidak tersedianya jadwal dalam melakukan perawatan preventif dan prediktif.

**Analisis Hasil dari Diagram Fishbone**

Berdasarkan hasil pengamatan visual dan pemetaan kemungkinan penyebab dengan *fishbone diagram*, divalidasi dengan data wawancara, ditemukan kesimpulan sementara bahwa kerusakan capstan tersebut disebabkan karena:

1. Terlalu sering melakukan operasi melebihi kapasitas
2. Tidak adanya inspeksi harian secara khusus pada capstan.

3. Pergantian bearing pada capstan tidak dilakukan secara terjadwal, hal ini disebabkan karena tidak tersedianya jadwal pemeliharaan preventif dan prediktif untuk capstan secara khusus
4. Tidak tersedianya SOP untuk melakukan overhaul capstan. Namun diketahui bahwa teknisi yang bersangkutan berkompeten dalam melakukan pekerjaan tersebut.

## Usulan pemecahan masalah

### 4.4.1 Aksi Perbaikan

Komponen yang mengalami kerusakan pada capstan hanya dapat dilakukan perbaikan dengan mengganti komponen tersebut dengan komponen yang baru, jika bearing pada capstan yang rusak maka bisa perbaikan dengan cara mengganti bearing dengan yang baru namun jika housing pada capstan yang mengalami kerusakan maka capstan tersebut harus diganti dengan yang baru dikarenakan vendor yang membuat capstan tidak menjual housingnya saja, maka dari itu harus dilakukan *preventif maintenance* dan menentukan jadwal pergantian bearing secara rutin untuk mencegah kerusakan pada komponen capstan mesin twisting dan tentunya akan mengurangi biaya yang harus di keluarkan oleh perusahaan. Berikut merupakan langkah perbaikan capstan pada mesin twisting:

1. Melepas cap dari housing



Gambar 3. 6 Langkah Pertama

Langkah pertama dalam melepas cap dari housing menggunakan kunci L dengan cara memutar kekanan

2. Melepas Snapping



Gambar 3. 7 Langkah Kedua

Langkah Kedua yaitu melepas snapping menggunakan tang snapping dengan melepaskannya dari housing.

3. Melepas Shaft dari Housing



Gambar 3. 8 Langkah Kettga

Langkah ketiga yaitu membuka shaft dari housing menggunakan palu dan alat bantu .

#### 4. Melepas Bearing



Gambar 3. 9 Langkah Keempat

Langkah keempat yaitu melepas Bearing dari Shaft menggunakan ragum untuk menjepit shaft lalu mengetuk dengan palu dan alat bantu.

#### Usulan Penambahan *Preventif Maintenance*

Dikarenakan tidak adanya preventif maintenance khusus pada capstan, maka penulis mengusulkan penambahan untuk melakukan pemeliharaan prediktif seperti:

##### - Current Check

Ketika capstan dalam keadaan berjalan pada mesin twisting kita dapat melakukan pengecekan secara visual dan audiosonik untuk memastikan capstan tersebut normal atau tidak

##### - Penambahan Pelumas

Melakukan pelumasan pada casptan setiap 1 bulan sekali, tujuannya agar mencegah kerusakan pada bearing dan housing

##### - Membuat Jadwal Pergantian Bearing

- Tabel 3. 6 Jadwal Pergantian Bearing

Type Mesin	Waktu Rata – Rata terjadi Kerusakan Bearing	Usulan pergantian Bearing
K350IC	11 Bulan	Per 9 Bulan
K350IB	9 Bulan	Per 7 Bulan
K350IE	12 Bulan	Per 10 Bulan

Data diatas merupakan hasil dari wawancara teknisi mesin twisting terhadap waktu kerusakan bearing. Alasan yang mendasari harus dilakukan Preventive Maintenance adalah pemeliharaan yang bersifat pencegahan. Pencegahan ini dilakukan setelah dilakukan evaluasi pada kerusakan sebelumnya, tujuan nya adalah agar mencegah



terjadinya kerusakan pada capstan. Karena jika terjadi kerusakan pada capstain akan berakibat pada seluruh bagian nya dan menimbulkan kerugian karena harus mengganti seluruh bagian capstan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kerusakan Capstan pada mesin twisting sering terjadi. Kerusakan yang terjadi yaitu: Putaran capstan tidak lancar, berbunyi kasar. Faktor penyebab kerusakan kerusakan dari capstan disebabkan karena tidak adanya preventif dan predictive maintenance pada capstan mesin twisting.
2. Perbaikan yang harus dilakukan adalah dengan melakukan pergantian komponen capstan mesin twisting yang mengalami kerusakan.
3. Perlu adanya penambahan pada jadwal preventif dan predictive maintenance untuk mecegah adanya kerusakan pada capstan.

#### REFERENSI

1. Cheng, X.W.; Zhao, X.N.; Dong, S. Discussion on energy-saving methods and effects of nylon 66 cord twister. *Synth. Fiber Ind.* **2018**, *41*, 58–61
2. Barr, A.E.D. 5—A descriptive account of yarn tensions and balloon shapes in ring spinning. *J. Text. Inst. Trans.* 1958, *49*, 58–88
3. Tang, Z.X.; Fraser, W.B.; Wang, X. Modelling yarn balloon motion in ring spinning. *Appl. Math. Model.* 2007, *31*, 1397–1410.
4. Tang, Z.X.; Wang, X.; Fraser, W.B.; Wang, L. Simulation and experimental validation of a ring spinning process. *Simul. Model. Pract. Theory* 2006, *14*, 809–816
5. Hossain, M.; Telke, C.; Abdkader, A.; Cherif, C.; Beitelschmidt, M. Mathematical modeling of the dynamic yarn path depending on spindle speed in a ring spinning process. *Text. Res. J.* 2016, *86*, 1180–1190.
6. Tang, H.B.; Xu, B.G.; Tao, X.M.; Feng, J. Mathematical modeling and numerical simulation of yarn behavior in a modified ring spinning system. *Appl. Math. Model.* 2011, *35*, 139–151.
7. Li, X.; Bu, Z.; Chang, W.; Lv, P.; Liu, L. Optimization of dynamic model of ring-spinning yarn balloon based on genetic-algorithm parameter identification. *J. Text. Inst.* 2020, *111*, 484–490.
8. Tran, C.D.; Phillips, D.G.; Fraser, W.B. Stationary solution of the ring-spinning balloon in zero air drag using a RBFN based mesh-free method. *J. Text. Inst.* 2010, *101*, 101–110.
9. Hossain, M.; Sparing, M.; Espenhahn, T.; Abdkader, A.; Cherif, C.; Hühne, R.; Nielsch, K. In situ measurement of the dynamic yarn path in a turbo ring spinning process based on the superconducting magnetic bearing twisting system. *Text. Res. J.* 2020, *90*, 951–968.
10. He, J.H. Accurate identification of the shape of the yarn balloon. *J. Text. Inst.* 2004, *95*, 187–191.
11. Patrick Waurzyniak, 2001, "Moving towards e-factory", *SME Manufacturing Magazine*, v. 127, n. 5, Nov. 2001.
12. B. S. Abbas, E. Steven, H. Christian, and T. Sumanto, "Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin B.Flute Pada PT. AMW," *Ind. Syst. Eng. Assess. J.*, vol. 10, no. 2, pp. 97–104, 2009
13. Hermawan I. and W. J. Sitepu, "Tinjauan Perawatan Mesin Mixing Pada," *Teknovasi*, vol. 02, pp. 117–128, 2018.
14. Praja, Indra Ikhsan. Analisis Perawatan Mesin Conveyor Unloading Phosphate Rock Mesir dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)(Studi Kasus di PT Petrokimia Gresik). Diss. Universitas Muhammadiyah Gresik, 2019.
15. Hermawan, I., & Sitepu, W. J. (2018). Tinjauan Perawatan Mesin Mixing Pada. *Teknovasi*, *02*, 117–128.
16. Susendi, N., Suparman, A., & Sopyan, I. (2021). Kajian Metode Root Cause Analysis yang Digunakan dalam Manajemen Risiko di Industri Farmasi. *Majalah Farmasetika*, *6(4)*, 310. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i4.35053>
17. Suwarno, A., Rusdi Widya, A., Winelda, K. A., & Marhaban, F. (2021). PELITA INDUSTRI Meningkatkan Nilai OEE Mesin Cutting Pada Line 6 Finishing Dengan Metode RCA di PT. XYZ. *Pelita Industri : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, *1(2)*, 1–18.
18. Suzen, Z. S., & Feriadi, I. (2019). Pembuatan Program Aplikasi Laporan Perawatan Korektif Laboratorium Pemesinan Polman Babel. *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, *10(01)*, 53–57. <https://doi.org/10.33504/manutech.v10i01.59>
19. Wiki Lofandri. (2022). Analisis Predictive Maintenance Peralatan Lab Berbasis Machine Learning. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, *5*, 7–9. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v5i1.164>
20. Yuniarto, H. A., Akbari, A. D., Masrurroh, N. A., Industri, T., Mada, U. G., No, J. G., & Yogyakarta, D. I. (1991). Perbaikan Pada Fishbone Diagram Sebagai Root Cause. 217–224.