

Analysis of Crooked Cane Carrier Shafts in a Sugar Factory

Analisis Poros Pembawa Tebu Bengkok di Pabrik Gula

Rangga Bayu Puspawarna¹, A'rasy Fahrudin^{1*}

* Email corresponding author: arasy.fahrudin@umsida.ac.id

¹Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Jl. Mojopahit No. 666 B, Sidowayah, Celep, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61271

Abstract. *This study explores the deformation of Cane Carrier shafts under overload in sugar mills, pinpointing overload and inadequate maintenance as key culprits. Recommendations include revised load management, rigorous preventive maintenance, and systematic overload monitoring. These strategies promise to reduce shaft damage and enhance mill efficiency, presenting crucial advancements for mechanical engineering and the sugar industry.*

Keywords - *Cane Carrier Shaft, Overload Damage, Preventive Maintenance, Operational Efficiency, Load Management*

Abstrak. Studi ini mengeksplorasi deformasi poros Cane Carrier akibat kelebihan beban di pabrik gula, dengan menunjukkan bahwa kelebihan beban dan perawatan yang tidak memadai sebagai penyebab utama. Rekomendasi termasuk pengelolaan beban yang direvisi, pemeliharaan pencegahan yang ketat, dan pemantauan kelebihan beban secara sistematis. Strategi-strategi ini menjanjikan pengurangan kerusakan poros dan peningkatan efisiensi pabrik, menyajikan kemajuan penting untuk rekayasa mekanis dan industri gula.

Kata kunci : Poros Cane Carrier, Kerusakan Akibat Kelebihan Beban, Pemeliharaan Pencegahan, Efisiensi Operasional, Manajemen Beban

I. PENDAHULUAN

Gula merupakan bahan pangan unggulan di Indonesia mengingat keberadaannya sebagai salah satu jenis dari sembilan bahan kebutuhan pokok masyarakat. Gula sebagai pemanis yang ditujukan untuk mencukupi kebutuhan dalam industri makanan dan minuman adalah gula murni atau *refinery sugar* karena dapat menghasilkan produk yang bermutu baik[1].

Pabrik Gula (PG) memiliki kapasitas giling 2.750 ton cane per day (TCD) yang merupakan salah satu dari empat PG yang masih dapat bertahan di daerah Sidoarjo dan sekitarnya. Pengurangan PG aktif disebabkan karena luas lahan yang semakin menyempit[2].

Stasiun Gilingan adalah proses awal yang dilakukan pada pabrik gula yaitu pemisahan nira dan batang tebu dengan menekan kehilangan gula dalam ampas serendah rendahnya. Stasiun ini beroperasi 24 jam pada masa giling yaitu kisaran 6 bulan penuh tanpa berhenti, sehingga di perlukan perawatan dan pembersihan yang optimal untuk menghindari keausan berlebih[3]. Di pabrik gula mempunyai dua alat *Cane Preparation* yaitu *cane cutter* dan *unigrator*.

Cane Preparation bertujuan untuk mempersiapkan tebu sebelum diperas di gilingan. Alat ini bekerja dengan cara memotong, memecah dan menyayat tebu sehingga tebu menjadi potongan-potongan kecil sehingga diharapkan memperingan kerja gilingan dan meningkatkan ekstraksi[4]. Krepyak tebu atau krepyak ampas terletak diantara *Unigrator* dengan *Cane cutter*, gilingan 1 dan 2, gilingan 2 dan 3, gilingan 3 dan 4 sering disebut *intermediate carrier*[5].

Cane carrier atau sering juga di sebut dengan krepyak tebu yaitu plat-plat yang dirangkai pada rantai yang berfungsi untuk menghantarkan tebu yang telah dibongkar menuju alat *preparation* yang meliputi *Cane cutter* dan *Unigrator*[6]. Di Pabrik Gula sendiri mempunyai dua *Cane Carrier* yaitu *Cane Carrier I* dan *II*, *Cane Carrier* merupakan alat yang penting pada pemrosesan gula hingga menjadi nira.

Komponen penyusun dari *Cane carrier I* dan *Cane Carrier II* adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komponen serta fungsi dari *cane carrier* [7]

Komponen	Fungsi
1. Rantai	Sebagai tempat kedudukan <i>Slat Cane Carrier</i>
2. <i>Slat Carrier</i>	Tempat untuk memindahkan tebu dari meja tebu
3. <i>Sprocket</i>	Sebagai penggerak rantai, penggerak ini digerakkan dengan motor lisrik
4. Rol penahan rantai	Sebagai Tempat bertumpu <i>slat</i> supaya tidak bergetar dan sebagai tempat <i>slat</i> ketika diletakan diatas rantai
5. Rol pengantar	Membersihkan batang tebu yang masih menempel pada <i>slat carrier</i>

Cara kerja :

Krepyak tebu atau *cane carrier* berupa lempengan plat bergelombang dan disusun berjajar, sisinya dihubungkan dengan rantai sebagai penggerak elektromotor. Motor penggerak dijalankan agar tebu yang jatuh dari meja tebu dibawa menuju ke pisau tebu dan *unigrator*. Kecepatan krepyak tebu diatur dan disesuaikan dengan kecepatan giling untuk mencegah terakumulasinya tebu pada suatu alat[8].

Pemeliharaan mesin menjadi suatu hal yang penting untuk dilakukan agar proses produksi dapat dilakukan dengan lancar. Pemeliharaan merupakan ujung tombak untuk menurunkan biaya, menurunkan kerusakan mesin dan meningkatkan efisiensi[9].

Namun, seperti yang sering terjadi dalam proses produksi, masalah teknis dapat timbul yang memengaruhi efisiensi dan kualitas produksi. Salah satu masalah yang sering muncul adalah bengkoknya poros krepyak pada mesin-mesin utama pabrik. Poros rol penahan rantai krepyak adalah komponen penting dalam proses penggilingan tebu menjadi gula. Ketika poros ini mengalami bengkok, itu dapat mengganggu operasi normal pabrik, menyebabkan penurunan produktivitas, meningkatkan biaya perawatan, dan bahkan mengancam keselamatan pekerja. Oleh karena itu, penting untuk memahami penyebab bengkoknya poros krepyak ini agar dapat mengambil tindakan pencegahan yang tepat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan perawatan terhadap poros krepyak sehingga bisa mencegah kerusakan yang lebih parah sehingga bisa tercapai pengoperasian mesin yang maksimal dan efisien[10].

II. METODE



Gambar 1. Struktur alur penelitian

Penelitian praktik kerja lapangan ini dilakukan selama dua bulan di PT. X, kegiatan ini dilaksanakan pada tanggal 1 September sampai dengan 31 Oktober. Pada kegiatan kali ini penulis berfokus pada salah satu bagian pada Stasiun Gilingan, yaitu pada salah satu alat yang sangat penting pada pemrosesan tebu menjadi nira. Alat ini yaitu *cane carrier* berfungsi membawa tebu menuju ke alat kerja pendahuluan. Pada magang kali ini penulis menggunakan beberapa metode seperti :Observasi lapangan

Penulis melakukan pemantauan visual secara berkala terhadap poros krepyak yang bengkok untuk memahami tingkat kerusakan dan perubahan bentuk nya.

- Analisis penyebab
 Mengidentifikasi potensi penyebab poros kreyyak tebu bengkok, seperti beban berlebih, keausan, atau masalah dalam proses produksi
- Wawancara
 Melakukan wawancara kepada operator, teknisi, dan masinis di lapangan untuk mendapatkan wawasan tentang penggunaan, dan pemeliharaan.

Jika melalui perhitungan torsi untuk mengetahui kemungkinan terjadinya kebengkokan pada poros menggunakan rumus :

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi N} = \dots \text{ N.m} \quad [11] \quad (1)$$

Keterangan :

T : Torsi
 P : Power (kW)
 N : Putaran per menit
 N-m : Newton per meter

Jika melalui perhitungan untuk mengetahui maksimum bending atau momen lentur menggunakan rumus:

$$M = W \times \text{Jarak antara bearing sama sprocket} = \dots \text{ N.m} \quad [11] \quad (2)$$

Keterangan:

M : Momen lentur (Bending)
 W : Berat tumpuan pada titik tumpu
 N-m : Newton per meter

Torsi Equivalent pada poros kreyyak :

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} = \dots \text{ N.m} \quad [11] \quad (3)$$

$$T_e = \frac{\pi}{16} \times t \times d^3$$

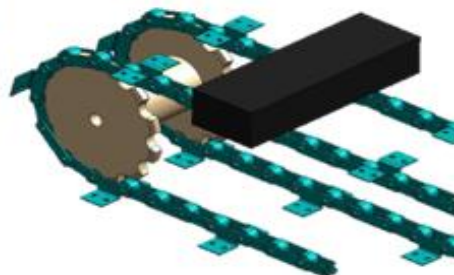
Keterangan :

T_e : Torsi Equivalent
 M : Momen lentur (Bending)
 T : Torsi

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mencapai kualitas penggilingan yang maksimal dan efisien penting untuk bisa memahami secara mendalam tentang berbagai jenis masalah atau gejala - gejala yang mungkin akan muncul pada saat proses penggilingan. Berbagai gejala ini bisa sangat beragam, hal ini merupakan tantangan yang harus sering diperhatikan oleh operator maupun masinis pada stasiun gilingan. Pada penelitian kali ini, penulis akan membahas lebih lanjut mengenai faktor penyebab bengkoknya poros kreyyak tebu yang terjadi di stasiun gilingan, dan juga mencari solusi yang tepat agar bisa mencegah, dan menangani masalah tersebut secara efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menjaga kualitas gula yang baik.

A. Data spesifikasi Kreyyak Tebu PG.



Gambar 2. Rol Penggerak Kreyyak Tebu

Roda penggerak yang digerakkan oleh elektromotor menggerakkan Krepyak Tebu dan mengangkat tebu yang berada di atasnya menuju ke alat kerja pendahuluan yang terdiri dari *Cane Cutter* I dan II untuk dicacah / dipotong, kemudian dibawa ke *Carding Drum* sebagai perata tebu dan selanjutnya ke *Unigrator*

Berikut adalah data – data spesifikasi Krepyak Tebu di tahun 2020 dengan kapasitas penggilingan 2750 TCD (ton cane per day) :

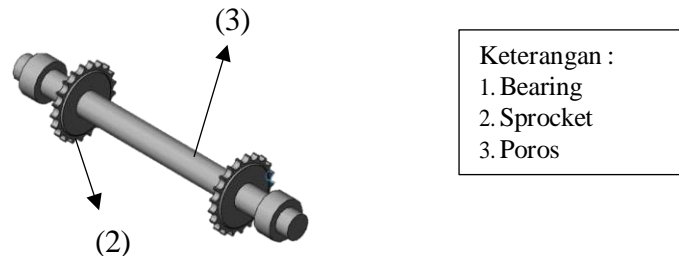
Tabel 2. Data spesifikasi *Cane carrier* I

<i>Cane carrier</i>	Spesifikasi	<i>Slaat carrier</i>	Spesifikasi	Elektromotor	Spesifikasi
Tipe rantai	09063 K2 – <i>Inner + Outer,</i> <i>Stainless Steel -</i> HT	Ukuran	190 × 1815 × 6 mm	Merk	Siemens
<i>Breaking load</i> (kN)	63500			Volt	380
				Rpm	1000
				kW	22

Tabel 3. Data spesifikasi *Cane carrier* II

<i>Cane carrier</i>	Spesifikasi	<i>Slaat carrier</i>	Spesifikasi	Elektromotor	Spesifikasi
Tipe rantai	09063 K2 – <i>Inner + Outer,</i> <i>Stainless Steel -</i> HT	Ukuran	190 × 1815 × 6 mm	Merk	Siemens
<i>Breaking load</i> (kN)	63500			Volt	380
				Rpm	1000
				kW	15

Diatas adalah data spesifikasi yang diperoleh pada saat musim giling di tahun 2020 dengan kapasitas giling 2.750 ton per hari, bisa dilihat bahwa spesifikasi pada kedua *Cane carrier* hampir sama, perbedaan hanya ada pada daya elektromotor.



Gambar 3. Poros Krepyak Tebu Pada PG

Berikut data spesifikasi yang di dapat dengan cara observasi lapangan pada poros krepyak tebu PG :

Tabel 4. Data spesifikasi poros

Keterangan	Uraian
Panjang poros	2.680 mm
Jumlah sprocket	2 Buah
Jarak antara sprocket	1.810 mm
Jumlah bearing	2 Buah
Jarak antara bearing	2.680 mm
Bahan poros	ST. 60
Putaran	28 Rpm
Rata rata beban per detik	1700 N

Tabel 4. merupakan data data spesifikasi untuk bisa mendapatkan beanding dan daya puntir pada poros krepyak dengan cara melakukan perhitungan untuk torsi, beanding dan momen puntir.

Diketahui:

$$P : 22 \text{ kW} = 22 \times 10^3 \text{ W}$$

$$N : 28 \text{ Rpm}$$

L : 2,68 m

W : $1,5 \times 10^6 N$

Jarak antar bearing dan sprocket : 0,4 m

Torsi pada poros

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi N} = \frac{22 \times 10^3 \times 60}{2\pi \times 28} = 7503 N.m$$

Momen lentur (bending)

$$M = 1,5 \times 10^6 \times 0,4 = 6 \times 10^6 N.m$$

Torsi Equivalent

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

$$T_e = \sqrt{(6 \times 10^6)^2 + (7503)^2} = 6 \times 10^6 N.m$$
$$= 6 \times 10^9 N.mm$$

$$6 \times 10^9 = \frac{\pi}{16} \times t \times d^3$$
$$= \frac{\pi}{16} \times 557,4 \times d^3$$
$$d^3 = \frac{6 \times 10^9}{557,4} \times \frac{16}{\pi} = 5,4 \times 10^7$$
$$d = \sqrt[3]{5,4 \times 10^7} = 378 mm$$

Pada perhitungan diatas telah diketahui bahwa Torsi sebesar 7503 N.m sedangkan Torsi Equivalent adalah $6 \times 10^9 N.mm$ mempunyai momen lentur $6 \times 10^6 N.m$ dan diketahui bahwa diameter 378 mm.

Beberapa faktor penyebab bengkoknya poros cane carrier

Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan poros cane carrier menjadi bengkok. beberapa faktor tersebut yaitu:

1. Beban berlebih

Jika poros cane carrier terkena beban yang melebihi kapasitasnya. hal ini dapat menyebabkan terjadinya ke bengkokan terhadap poros cane carrier. Hal ini dapat terjadi akibat penumpukan tebu yang sangat berlebihan atau terjadi gangguan dalam proses pengangkutan tebu.

2. Ketegangan mekanis

Ketegangan mekanis yang tidak merata pada poros krepyak tebu bisa menjadi salah satu penyebab terjadinya ke bengkokan terhadap poros krepyak tebu. Ketegangan mekanis bisa terjadi disebabkan oleh desain yang tidak memadai. ketegangan yang terlalu tinggi.

3. Keausan dan korosi

Keausan dan korosi juga bisa jadi salah satu faktor yang menjadi penyebab bengkoknya poros krepyak tebu. Lama penggunaan poros tanpa pemeliharaan yang memadai dapat menyebabkan keausan dan korosi. Ini bisa melemahkan poros krepyak sehingga rentan terjadinya kebengkokan.

4. Material kurang tepat

Jika material yang digunakan untuk poros krepyak tebu tidak memenuhi standar atau memiliki ketidaksempurnaan dalam struktur, maka hal ini bisa sangat berpengaruh pada kekuatan poros krepyak tebu tersebut. apalagi proses penggilingan yang terjadi pada saat musim giling bisa mencapai lima sampai enam bulan.

5. Masalah manufaktur

Kesalahan pada saat proses manufaktur poros krepyak tebu. seperti penyambungan yang tidak rata, proses pemanasan yang tidak tepat. dan proses pemupuhan yang terlalu sering sehingga mengurangi kekuatan dari poros krepyak tebu tersebut. dan dapat menyebabkan kebengkokan pada poros krepyak tersebut.

Penting untuk melakukan pemeliharaan secara rutin, guna menghindari pembebanan berlebih, dan memastikan poros dibuat dengan bahan yang berkualitas serta diperhatikan proses manufaktur yang benar dan tepat untuk mencegah terjadinya kebengkokan poros krepyak tebu. sehingga pada saat DMG (Dalam Masa Giling) tidak terjadi kendala pada bagian krepyak tebu dan bisa menghasilkan nira yang baik serta kinerja penggilingan maksimal dan efisien.

A. Solusi permasalahan

Berdasarkan faktor – faktor kerusakan yang terjadi di lapangan, penulis melakukan pengamatan lebih mendalam di bagian krepyak tebu, penulis juga menganalisis dan mencari sumber permasalahan yang ada pada krepyak. Melakukan wawancara kepada operator serta melakukan observasi yang berfokus dibagian krepyak tebu, hasil dari penulis melakukan pengamatan lebih mendalam dan mencari solusi yang tepat, agar bisa meminimalisir kerusakan kerusakan yang terjadi pada poros krepyak. Berikut solusi yang penulis dapatkan guna meminimalisir kerusakan :

1. Pemeliharaan secara rutin

Melakukan pemeliharaan poros krepyak tebu dengan melakukan pemeriksaan visual secara berkala, pelumasan, dan perbaikan se segera mungkin jika ditemukan tanda – tanda seperti keausan, penurunan performa dan kerusakan yang sekecil mungkin.

2. Beban yang sesuai dengan kapasitas

Memastikan beban yang di angkut oleh krepyak tebu sesuai dengan kapasitas, hindari membebani poros secara berlebih untuk mencegah terjadinya kebengkokan pada poros krepyak.

3. Perancangan yang tepat

Pastikan desain krepyak tebu memadai dan mempertimbangkan faktor – faktor seperti beban berlebih dan ketegangan, dengan desain yang tepat maka dapat mengurangi resiko kerusakan poros.

4. Material

yang

tepat

Material yang berkualitas tinggi dan sesuai untuk krepyak tebu akan dapat mengurangi kerusakan poros, gunakan material yang tahan terhadap keausan, tahan terhadap beban berat, dan korosi akan dapat membantu mencegah bengkok.

5. Penerapan proses manufaktur yang benar

Memastikan proses penerapan manufaktur yang benar dan sesuai standar, hal ini termasuk ke metode penyambungan yang tepat dan perlakuan panas yang sesuai.

Melakukan solusi – solusi permasalahan guna mendapatkan kinerja mesin krepyak tebu yang optimal dan pastinya juga berdampak pada kualitas kerja para karyawan dan menghasilkan nira yang bagus agar menjadi gula yang berkualitas.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PG telah didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dalam kesimpulan artikel ini penting untuk di ingat bahwa masalah bengkoknya krepyak tebu adalah masalah yang kompleks dan memerlukan tindakan yang berkelanjutan serta mengidentifikasi penyebab utama dan implementasi perbaikan yang tepat akan membantu meningkatkan efesiensi produktivitas kerja pabrik.
2. Berdasarkan hasil dari observasi pada bagian krepyak tebu ditemukan faktor – faktor yang memungkinkan terjadinya kebengkokan pada poros krepyak tersebut seperti, kelebihan beban, ketegangan mekanis, korosi dan aus, pemilihan kualitas bahan yang kurang tepat, pemupuhan kurang kuat, masalah manufaktur serta perancangan yang kurang tepat.
3. Setelah mengetahui faktor – faktor kebengkokan yang terjadi pada poros krepyak, penulis melakukan metode wawancara serta studi literatur guna mencari solusi yang tepat guna meminimalisir kerusakan pada poros krepyak seperti pemeliharaan secara rutin, memastikan beban yang tepat dan tidak berlebih, melakukan perancangan yang tepat dan sesuai, pemilihan kualitas material bahan yang tepat dan kuat, menerapkan proses manufaktur yang sesuai standar seperti penyambungan dan pemupuhan yang tepat dan sesuai.

Hasil penelitian ini hanya sekedar menganalisis faktor – faktor yang menjadi penyebab bengkoknya poros krepyak tebu, sehingga penelitian selanjutnya diharapkan tidak hanya menganalisis saja, tetapi juga menemukan cara yang sangat efektif untuk menyelesaikan permasalahan pada poros krepyak tebu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya laporan magang ini, penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan magang ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh staff PG telah menyediakan wadah untuk melakukan kegiatan magang, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada bapak Agus N selaku pembimbing lapangan serta bapak A'rasy Fahrudin selaku dosen pembimbing, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf karyawan Divisi Instalasi yang telah memberikan tempat untuk penulis. Penulis menyadari bahwa laporan magang ini belum sempurna, karena penulis juga masih dalam tahap pembelajaran. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat. Maaf jika terdapat kesalahan penulisan laporan ini dan harap maklum. Semoga isi dari laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

REFERENSI

- [1] R. Prasetyo Lukodono, R. Soenoko, J. M. Haryono, and I. U. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, "Analysis of the Application of RCM and MVSM Methods to Improve Reliability in Maintenance Systems (Case Study PG. X)," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 43–52, 2013.
- [2] W. Kanti Dwi Cahyani, M. Marimin, and S. Sukardi, "Model of Productivity Sharing for Sugarcane Agro-Industry in Partnership Between Farmers and Company: Case Study at PG Kremboong, Sidoarjo," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 27, no. 2, pp. 114–124, 2017, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2017.27.2.114.
- [3] F. Abdau, "Redesign of Sugarcane Krepyek Construction With the Addition of a Cleaning Brush (Sugar Factory Semboro)," pp. 1–23, 2020.
- [4] H. Adami, "Sugar Production Process PTPN XI, PG Soedhono, Ngawi," 2022.
- [5] M. Fadli, Abi; Arba'a, "Steam Analysis in the Evaporation Process of Raw Sap PTPN XI, PG Soedhono, Ngawi," *J. Rekayasa Mesin*, pp. 2003–2005, 2022.
- [6] M. K. Anam, "The Influence of Load Cell on the AC Side Carrier Motor at PT Industri Gula Glenmore," pp. 1–23, 2020.
- [7] A. S. Dwijaputra, E. Nursanti, T. Priyasmanu, and P. Studi Teknik Industri S-, "Maintenance Schedule Planning for Cane Carrier and IMC Machines Using the Reliability Centered Maintenance II (RCM II) Method at PG Kebon Agung," *J. Mhs. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [8] K. Irvan, "Internship Report I Introduction to Equipment & Sugar Processing at PT Perkebunan Nusantara X," vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [9] A. T. N. Huda, O. Novareza, and D. P. Andriani, "Analysis of Maintenance Activities at the Milling Station Using Maintenance Value Stream Mapping (MVSM)," *J. Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 311–321, 2015.
- [10] B. J. Camerling, D. B. Paillin, and A. B. Dharma, "The Impact of Maintenance Management of the Crank System on the Operation of Anglo Belgian Corporation Type 12V Engines," *Arika*, vol. 14, no. 1, pp. 1–14, 2020, doi: 10.30598/arika.2020.14.1.01.
- [11] R. N. Natarajan, "Machine Design," *Handb. Mach. Dyn.*, no. I, pp. 11–28, 2000, doi: 10.1038/042171a0.

