

ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN CHAIN COUPLING HYDRAULIC PADA MESIN MARUMA MH-125D*

Fauzi Syach Kemal Nasution

Mechanical Engineering

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta

Jakarta Selatan, Indonesia

2110311013@mahasiswa.upnvj.ac.id

Muhammad Arifudin Lukmana

Mechanical Engineering

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta

Jakarta Selatan, Indonesia

arifudin@upnvj.ac.id

Abstract—This study aims to analyze the causes of failure in the Hydraulic Chain Coupling on the Maruma MH-125D machine at PT. Komatsu Indonesia. The Chain Coupling serves as a mechanical connector that transmits power from the motor to other components within the machine. It was found that the chain in the coupling experienced significant wear, leading to excessive vibrations and noise during operation. Analysis using the Finite Element Method (FEM) revealed that the highest stress occurred at a motor power of 172 kW with a speed of 1514 RPM, measuring 79.8 MPa, which is still below the yield stress of SS 400 material. The study indicates that the chain failure is more likely due to inadequate maintenance and the aging of the chain. To prevent further damage, it is recommended to increase the frequency of maintenance and regular lubrication, as well as to explore alternative materials to enhance the chain's lifespan.

Keywords—chain coupling, maruma mh-125d, finite element method

I. INTRODUCTION

PT. Komatsu Indonesia, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri alat berat. Salah satu mesin yang digunakan dalam proses produksi di perusahaan ini adalah mesin Hydraulic Tester Maruma MH-125D. Mesin ini memiliki peran penting dalam memastikan kualitas komponen hidrolik, terutama dalam hal pengujian kebocoran oli dan kinerja sistem hidrolik secara keseluruhan. Namun, ditemukan adanya permasalahan pada Chain Coupling Hydraulic pada mesin tersebut, yang menyebabkan getaran berlebih dan potensi kerusakan lebih lanjut. Kerusakan pada Chain Coupling ini tidak hanya mengganggu proses produksi tetapi juga berpotensi menimbulkan kerugian bagi perusahaan jika tidak ditangani dengan tepat. Oleh karena itu, analisis penyebab kerusakan dan langkah-langkah perbaikan menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

Problematika yang perlu diatasi mengenai kerusakan pada Chain Coupling yang terpasang pada mesin Maruma MH-125D. Chain Coupling ini berfungsi se-

bagai penghubung antara dua poros yang mentransmisikan tenaga mekanik dari motor ke komponen lainnya dalam mesin. Namun, ditemukan bahwa rantai pada coupling tersebut mengalami aus yang signifikan, menyebabkan terjadinya getaran berlebihan dan suara bising saat mesin dioperasikan. Kondisi ini mengakibatkan penurunan efisiensi mesin dan berpotensi menyebabkan kerusakan lebih lanjut pada komponen lain jika tidak segera diperbaiki. Masalah ini terjadi oleh kurangnya perawatan berkala pada Chain Coupling, seperti pelumasan yang tidak memadai dan kurangnya pemeriksaan rutin terhadap kondisi rantai. Akibatnya, rantai mengalami aus lebih cepat dari yang diharapkan. Selain itu, penggunaan material rantai yang tidak sesuai dengan spesifikasi mesin juga diduga menjadi faktor penyebab utama kerusakan. Dalam studi kasus ini, analisis dilakukan untuk menentukan penyebab utama kerusakan, solusi perbaikan yang tepat, serta langkah-langkah preventif yang dapat diterapkan untuk mencegah kerusakan yang terjadi kembali.

II. LITERATURE REVIEW

A. Mesin Hydraulic Tester Maruma MH – 125D

Mesin pengujian hidrolik Maruma adalah peralatan pengujian yang dirancang untuk menguji berbagai aspek kinerja sistem hidrolik dan komponen terkait. Salah satu fungsi utama mesin ini adalah memeriksa kebocoran oli yang merupakan aspek penting dalam memastikan integritas dan keandalan sistem hidrolik. Mampu mendeteksi kebocoran dengan presisi tinggi, pengujian hidrolik Maruma membantu teknisi memastikan komponen hidrolik bebas dari cacat yang dapat mengakibatkan kerusakan. Selain untuk pengujian kebocoran, mesin ini juga dapat digunakan untuk memeriksa tekanan udara dan tekanan angin pada sistem hidrolik. Pengujian ini penting untuk memastikan sistem udara yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri berfungsi

dengan baik dan tidak ada kebocoran atau penurunan tekanan yang dapat mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan. Penguji Hidraulik Maruma menyediakan alat yang Anda perlukan untuk menyesuaikan dan memantau tekanan udara secara akurat sehingga sistem Anda dapat beroperasi secara efisien dan aman. Fitur lain dari Maruma Hydraulic Tester mencakup kemampuan untuk menguji sistem rotasi dan pengereman. Alat berat ini memungkinkan pengujian mendetail terhadap perputaran komponen hidrolis serta efisiensi dan respons sistem pengereman. Dengan fitur ini, penguji hidraulik Maruma memastikan seluruh komponen hidraulik berfungsi optimal, mengurangi risiko kegagalan sistem, serta meningkatkan keselamatan dan keandalan dalam aplikasi industri [2].

B. Pompa Mesin Hydraulic Tester

Pompa pada mesin Maruma Hydraulic Tester adalah komponen yang berfungsi untuk mengalirkan minyak hidrolis dengan tekanan yang diperlukan untuk melakukan berbagai jenis pengujian. Pompa ini dirancang untuk memberikan aliran oli yang stabil dan konsisten ke sistem hidrolis, yang sangat penting untuk memastikan akurasi dan keandalan dalam proses pengujian komponen hidrolis. Pompa pada Maruma Hydraulic Tester biasanya memiliki kemampuan untuk mengatur dan menyesuaikan tekanan sesuai kebutuhan pengujian. Ini memungkinkan mesin untuk mensimulasikan berbagai kondisi operasional yang mungkin dihadapi oleh komponen hidrolis dalam aplikasinya nyata. Pompa ini dapat bekerja pada berbagai rentang tekanan, memungkinkan pengujian di bawah kondisi beban rendah hingga tinggi, tergantung pada spesifikasi komponen yang diuji. Selain itu, mesin ini sering dilengkapi dengan sistem pompa ganda atau beberapa pompa untuk memisahkan aliran minyak yang digunakan untuk menggerakkan mesin dari aliran yang digunakan untuk menguji komponen. Ini mencegah kontaminasi minyak dan meningkatkan keandalan serta masa pakai mesin. Dengan desain ini, pompa pada Maruma Hydraulic Tester berperan penting dalam memastikan bahwa semua komponen hidrolis diuji dengan tepat dan akurat, serta membantu dalam pemeliharaan dan rekondisi sistem hidrolis.

C. Chain Coupling

Chain Coupling adalah sistem mekanis yang menggunakan rantai dan sproket untuk mentransfer gerak dan torsi dari satu poros ke poros lainnya. Dalam sistem ini, dua sproket yang dipasang pada masing-masing poros dihubungkan satu sama lain melalui rantai yang menghubungkannya. Konfigurasi ini memungkinkan transmisi daya yang efisien meskipun sumbu-bunya terpisah atau tidak sejajar. Kopling rantai biasanya digunakan dalam aplikasi industri dan mesin berat yang mengutamakan keandalan dan ketahanan terhadap beban berat.

Keuntungan utama kopling rantai adalah kemampuannya menyerap perpindahan gandar dan mengurangi dampak kemungkinan getaran dan ketidaksejajaran. Hal ini menjadikannya ideal untuk situasi di mana kesalahan peralihan atau pemasangan dapat menyebabkan kerusakan pada sistem mekanis lainnya. Selain itu, sistem kopling rantai cenderung lebih mudah dan murah perawatannya dibandingkan jenis kopling lainnya, menjadikannya pilihan yang menarik untuk berbagai aplikasi teknik dan industri. Namun perawatan rutin diperlukan untuk menjaga kinerja kopling rantai. Rantai harus dilumasi dengan baik dan diperiksa secara teratur untuk menghindari keausan berlebihan dan tegangan yang tidak tepat. Perawatan yang tepat mencegah kerusakan, memastikan sistem terus berfungsi secara efisien, meningkatkan daya tahan, dan mengurangi risiko kegagalan mekanis.

D. Rantai

Rantai mesin biasanya terbuat dari logam kuat seperti baja dan dirancang untuk menahan beban dan tekanan besar selama operasi mesin. Rantai ini mirip dengan sabuk, tetapi lebih tahan slip dan lebih baik untuk aplikasi yang membutuhkan kekuatan dan kecepatan putar yang tinggi. Rantai mesin biasanya digunakan bersama dengan roda gigi atau sproket, yang berfungsi sebagai penggerak utama. Rantai bergerak di sepanjang gigi sproket dan mengirimkan tenaga dari satu poros ke poros lainnya. Rantai ini biasanya digunakan dalam aplikasi seperti mesin kendaraan, sepeda motor, mesin industri, dan peralatan konstruksi. Rantai memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan transmisi lainnya. Yang pertama adalah efisiensi tinggi dalam mentransfer daya dan lebih tahan terhadap debu dan panas. Untuk memastikan kinerja terbaik dan umur pakai yang panjang, rantai mesin harus dirawat dengan baik. Salah satu cara untuk mencegah keausan yang berlebihan pada mata rantai dan sproket adalah pelumasan. Pemeriksaan dan penggantian rutin juga diperlukan untuk mencegah kerusakan cepat yang dapat mengganggu operasi mesin secara keseluruhan. Pemilihan rantai yang tepat untuk beban, kecepatan, dan kondisi operasi sangat penting untuk memastikan sistem transmisi bekerja dengan baik [3].

E. Pin Rantai

Pin rantai merupakan bagian penting dari sistem rantai dan digunakan untuk mentransfer daya antara sproket dan rantai. Pin rantai biasanya terbuat dari logam yang kuat dan berfungsi sebagai penghubung yang menghubungkan mata rantai suatu rantai. Pin rantai dirancang secara presisi untuk memungkinkan rantai bergerak dengan lancar dan efisien di sepanjang sproket, sehingga secara efektif mentransfer daya dari poros ke poros. Kehadiran pin rantai sangat penting untuk menjaga integritas struktural rantai, terutama pada aplikasi

yang melibatkan beban berat dan kondisi kerja yang berat. Pin rantai membantu mendistribusikan beban secara merata ke seluruh rantai, mencegah keausan yang tidak merata dan mengurangi risiko kerusakan rantai. Dalam sistem rantai, baut yang kuat dan tahan lama berkontribusi terhadap kinerja sistem secara keseluruhan dan umur panjang rantai itu sendiri. Perawatan dan pemeriksaan pin rantai sangat penting untuk mencegah kegagalan mekanis seluruh rantai. Seiring berjalannya waktu, gesekan yang terus menerus dapat merusak pin rantai sehingga menyebabkan rantai kendur atau bahkan putus. Oleh karena itu, pelumasan yang tepat dan penggantian pin yang aus sangat penting untuk menjaga kinerja dan keamanan rantai. Pemilihan material pin yang sesuai dengan kondisi pengoperasian juga merupakan faktor penting dalam memastikan masa pakai dan keandalan rantai yang panjang.

III. METHODS

Metodologi penelitian ini dilakukan dengan menggunakan langkah – langkah dalam melaksanakan sebuah penelitian.

A. Identifikasi Masalah

Penelitian ini hanya berfokus pada satu proses dan pada satu mesin, tidak melibatkan mesin selain mesin Hydraulic tester maruma pada perusahaan ini. Data dan informasi yang digunakan dalam penelitian ini akan bersumber dari PT. Komatsu Indonesia dan referensi yang relevan. Penelitian ini akan melihat kinerja dari mesin Hydraulic tester maruma dan melihat hasil uji dari mesin maruma pada unit yang dilakukan pengujian.

B. Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengujian pada Mesin Maruma MH – 125D selama 35 hari. Setelah itu, data yang didapat diuji kembali menggunakan perhitungan analisis tegangan dengan Finite Element Method (FEM).

1) *Daya pada benda berputar dan momen*: Persamaan daya pada benda berputar menjelaskan hubungan antara daya (P) dengan kecepatan putaran (N) dan torsi (T). Persamaan ini digunakan untuk menentukan nilai torsi yang terjadi pada Chain Coupling. Selanjutnya, nilai torsi diolah untuk mendapatkan gaya tangensial (F) yang kemudian digunakan sebagai input pembebanan pada rantai. Persamaan daya pada benda berputar dapat diungkapkan sebagai berikut :

$$P = \frac{2\pi NT}{60} \quad (1)$$

P = Power (Watt); T = Momen Torsi (N.m); N=Kecepatan Putaran (rpm)

$$T = FR \quad (2)$$

F = Gaya tangensial (N), R = Jari-jari (m)

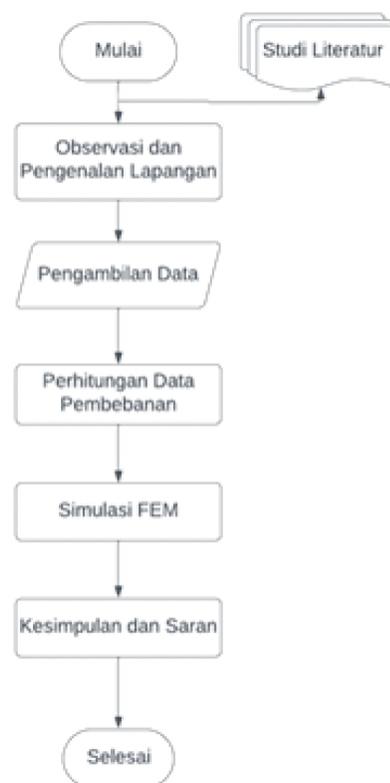


Fig. 1. Metodologi

2) *Simulasi Finite Element Method*: Dalam buku “The Finite Element Method : A Practical Course” karya G.R. Liu dan S.S. Quek, FEM diartikan sebagai metode yang digunakan untuk pembagian inti masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan sederhana. Dimana cara ini dapat dihitung secara manual dan digabungkan untuk membentuk solusi secara keseluruhan. Mereka menjelaskan bahwa metode ini dapat dimulai dengan proses pemindahan fungsi bagian inti menjadi bagian yang lebih kecil, bagian ini disebut elemen hingga. Setiap bagian ini disatukan dengan sejumlah titik yang disebut node, dan cara ini merupakan perhitungan nilai pada setiap node tersebut. Metode Elemen Hingga (FEM) awalnya dikembangkan untuk menyelesaikan masalah analisis tegangan, namun seiring waktu penerapannya telah meluas ke berbagai bidang lain seperti analisis termal, aliran fluida, analisis piezoelektrik, dan banyak lagi. Inti dari FEM adalah upaya untuk menentukan distribusi dari berbagai variabel, seperti perpindahan dalam analisis tegangan, suhu atau fluks panas dalam analisis termal, serta muatan listrik dalam analisis listrik. FEM bekerja dengan membagi domain masalah menjadi sejumlah elemen yang lebih kecil untuk mencari solusi numerik yang mendekati distribusi yang sulit diperoleh melalui metode analitik [4]

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Pembebanan Rantai

Perhitungan pembebanan pada rantai dengan daya motor 160 KW dan 1486 RPM

$$T = \frac{16010^3 \cdot 60}{2\pi \cdot 1486} = 1028,1 Nm \quad (3)$$

$$F = \frac{1028 Nm}{80 \cdot 10^{-3}} = 12852,5 N \quad (4)$$

Gaya tangensial dibagi sembilan untuk mendapatkan nilai gaya yang bekerja pada satu mata rantai.

$$F_{perchain} = \frac{12852,5 N}{9} \quad (5)$$

Perhitungan pembebanan pada rantai dengan daya motor 172 KW dan 1514 RPM

$$T = \frac{172 \cdot 10^3 \cdot 60}{2\pi \cdot 1514} = 1084,9 Nm \quad (6)$$

$$F = \frac{1084,9 N}{80 \cdot 10^{-3}} = 13561,25 N \quad (7)$$

$$F_{perchain} = \frac{13561,25 N}{9} = 1506,8 N \quad (8)$$

Perhitungan pembebanan pada rantai dengan daya motor 184 KW dan 1786 RPM

$$T = \frac{184 \cdot 10^3 \cdot 60}{2\pi \cdot 1786} = 984 N.m \quad (9)$$

$$F = \frac{984}{80 \cdot 10^{-3}} = 12300 N \quad (10)$$

$$F_{perchain} = \frac{12300}{9} = 1366,7 N \quad (11)$$

B. Analisis Rantai dengan Finite Element Method

- **Geometri:** Geometri yang dianalisis adalah satu mata rantai dengan elemen 3D. Pemilihan elemen 3D didasarkan pada rantai yang memiliki sifat struktur tidak seragam dan semua dimensinya sebanding.
- **Mesh:** Jenis elemen yang digunakan adalah hexahedral dengan total elemen mencapai 13095 dan nodes mencapai 61147. Pemilihan hexahedral didasarkan pada Tingkat akurasi yang tinggi dibandingkan dengan jenis elemen lainnya. Selain itu, Elemen ini mampu mempersingkat waktu komputasi.
- **Boundary Condition:** Kondisi batas pada analisis ini terdiri dari 1 tumpuan (constraint) dan 1 beban (load). Jenis tumpuan yang digunakan adalah fixed support dan jenis beban yang digunakan adalah fixed force. Nilai force yang diterapkan pada geometry telah dihitung pada sebelumnya.

C. Hasil Analisis

Hasil analisis ini memiliki 3 variasi berdasarkan 3 pembebanan yang terjadi pada mata rantai dengan daya motor yang berbeda, yaitu:

- Pada daya 160 KW dan 1486 RPM, tegangan von-mises yang terjadi pada mata rantai maksimal 75,64 MPa.
- Pada daya 172 KW dan 1514 RPM, tegangan von-mises yang terjadi pada mata rantai maksimal 79,8 MPa.
- Pada daya 184 KW dan 1786 RPM, tegangan von-mises yang terjadi pada mata rantai maksimal 72,39 MPa.

D. Grafik Hubungan Daya Motor dan Tegangan pada rantai

Berdasarkan hasil analisis didapat antara daya motor dan tegangan terjadi pada rantai. Grafik tersebut menunjukkan bahwa tegangan terjadi pada rantai paling tinggi pada saat daya motor 172 KW dengan 1514 RPM disusul oleh daya motor 160 KW dengan 1486 RPM dan paling rendah pada daya motor 184 KW dengan 1786 RPM. Material yang digunakan pada rantai adalah ss 400 yang merupakan mild steel. Material tersebut memiliki tegangan luluh 250 MPa. Semua jenis tegangan yang terjadi pada mata rantai masih dalam kategori aman karena masih dibawah tegangan luluh. Adapun kemungkinan terjadinya kegagalan pada rantai disebabkan oleh perawatan yang kurang maksimal dan pembebanan berulang yang berdampak pada umur rantai.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

- Berdasarkan hasil pembahasan di atas terdapat beberapa Kesimpulan, tegangan paling besar terjadi pada mata rantai adalah saat daya motor 172 KW dengan 1514 RPM, yakni 79,8 MPa. Kedua, pada saat daya motor 160 KW dengan 1486 RPM, yakni 75,64 MPa. Ketiga, pada saat daya motor 184 KW dengan 1786 RPM, yakni 72,39 MPa. Kemudian, Tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan luluh dari material yang digunakan yaitu SS 400 merupakan mild steel. Mata rantai dapat disimpulkan masuk dalam kategori aman. Kemungkinan terjadinya kegagalan pada mata rantai tidak disebabkan oleh pembebanan akibat daya motor, melainkan terjadi akibat perawatan yang kurang maksimal maupun masa umur rantai yang sudah usang.
- Untuk menghindari kegagalan pada mata rantai, terdapat beberapa saran, untuk jadwal pemeliharaan preventif (PM) yang awal dilakukan jadwal 6 bulan sekali pada chain coupling menjadi 3 bulan sekali. Selanjutnya, dilakukan pelumasan pada chain coupling secara teratur agar rantai dapat bekerja secara maksimal. Terakhir, Eksplorasi jenis material yang serupa atau bahkan berbeda untuk mendapatkan umur rantai yang lebih baik dan optimal.

REFERENCES

- [1] KHURMI, R., & GUPTA, J. (2005). A Textbook of Machine Design. RAM NAGAR, NEW DELHI-110 055: EURASIA PUBLISHING HOUSE (PVT.) LTD.
- [2] MARUMA TECHNICA CO., L. (2009). MARUMA TECHNICA. Retrieved from maruma.jp: http://www.maruma.jp/pdt_hc_ut.html
- [3] Egorov, A., Kozlov, K., & Belogusev, V. (2015). A method for evaluation of the chain drive efficiency. *Journal of Applied Engineering Science*, 13(4).
- [4] Liu, G.R., & Quek, S.S. (2003). *The Finite Element Method: A Practical Course*. Butterworth-Heinemann.