

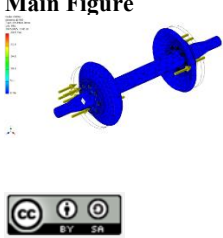
## MODIFIKASI DRUM PULLEY UNTUK MENGURANGI RETAK PADA SAMBUNGAN SIDE PLATE DENGAN AUTODESK INVENTOR

### (Drum Pulley Modification To Reduce Cracks In Side Plate Joints With Autodesk Inventor)

Muhammad Faisal Akbar<sup>1</sup>, Sis Nanda Kus Andrianto<sup>2</sup>, Obaja Eden Sentosa Riyanto<sup>3</sup>.

<sup>1,2,3</sup> Program Studi, Fakultas, Universitas

Corresponding Author: [muhammad.faisal.2205127@students.um.ac.id](mailto:muhammad.faisal.2205127@students.um.ac.id)

Article Info	ABSTRACT
<p>Page : 27 – 33</p> <p>Submission Date: 1 / Juli / 2025</p> <p>Accepted Date: 10 / Juli / 2025</p> <p>Published Date: 31 / Juli / 2025</p>	<p><i>The Industrial Work Practice (PKL) implemented at PT Semen Gresik Rembang focused on identifying and repairing technical problems in the drum pulley component, which often experiences cracks in the side plate welding area. Damage to this component disrupts the smooth operation of the factory because it hampers the production process. The main objective of this study is to modify the drum pulley design using Autodesk Inventor software and analyze the structural strength of the modified results through Finite Element Analysis (FEA) simulation. The research methods used include observation, interviews with the technical team, and the application of design analysis techniques to overcome the research problems that occur. The results of the FEA analysis show that design modifications can reduce stress concentration at critical points and increase component resistance to dynamic loads. Although the proposed design is better, periodic inspections are still needed to detect damage early and ensure continued production.</i></p>
<p><b>Keywords:</b> drum pulley, modified design, fea, cracks, autodesk inventor</p>	
EMAIL	ABSTRAK
<p><sup>1</sup><a href="mailto:muhammad.faisal.2205127@students.um.ac.id">muhammad.faisal.2205127@students.um.ac.id</a>  <sup>2</sup><a href="mailto:sis.andrianto@um.ac.id">sis.andrianto@um.ac.id</a>  <sup>3</sup><a href="mailto:obaja.riyanto@um.ac.id">obaja.riyanto@um.ac.id</a></p>	<p>Praktik Kerja Industri (PKL) yang dilaksanakan di PT Semen Gresik Rembang fokus pada pengidentifikasian dan perbaikan masalah teknis pada komponen drum pulley, yang sering mengalami keretakan pada area pengelasan side plate. Kerusakan pada komponen ini mengganggu kelancaran operasional pabrik karena menghambat proses produksi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memodifikasi desain drum pulley dengan menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor dan menganalisis kekuatan struktur hasil modifikasi tersebut melalui simulasi Finite Element Analysis (FEA). Metode penelitian yang digunakan meliputi observasi, wawancara dengan tim teknis, serta penerapan teknik analisis desain untuk mengatasi permasalahan penelitian yang terjadi. Hasil dari analisis FEA menunjukkan bahwa modifikasi desain dapat mengurangi konsentrasi tegangan pada titik kritis dan meningkatkan daya tahan komponen terhadap beban dinamis. Meskipun desain yang diusulkan sudah lebih baik, pemeriksaan berkala tetap diperlukan untuk mendeteksi kerusakan sejak dini dan memastikan berlanjutnya produksi.</p>
<p><b>Kata kunci:</b> drum pulley, desain modifikasi, fea, keretakan, autodesk inventor.</p> <p><b>Main Figure</b></p> 	

## PENDAHULUAN

Praktik Kerja Industri di PT. Semen Gresik Rembang berfokus pada identifikasi masalah teknis terkait kerusakan drum pulley, yang sering kali mengalami keretakan pada area pengelasan side plate. Kerusakan ini mengganggu kelancaran operasional dan menghambat produksi. Untuk itu, penelitian ini penting untuk mendesain ulang komponen tersebut guna meningkatkan daya tahan dan

kinerja mesin. PT. Semen Gresik Rembang merupakan salah satu pabrik semen terbesar di Indonesia yang telah mengadopsi teknologi Industry 4.0. Dengan penggunaan sistem otomasi dan maintenance prediktif berbasis sensor, perusahaan ini bertujuan untuk meminimalkan downtime dan meningkatkan efisiensi operasional. Namun, meskipun berbagai teknologi canggih diterapkan, masalah kerusakan pada drum pulley tetap muncul sebagai kendala.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kerusakan pada drum pulley dan merancang solusi yang lebih efektif menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor. Modifikasi desain yang diusulkan akan diuji menggunakan metode analisis Finite Element Analysis (FEA) untuk mengevaluasi ketahanan dan kekuatan strukturalnya dan penelitian ini relevan mengingat tingginya tingkat kerusakan yang terjadi pada komponen drum pulley dan dampaknya terhadap produksi. Dengan mengoptimalkan desain dan meminimalkan titik lemah pada komponen tersebut, diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan mengurangi biaya perawatan jangka panjang.

Beberapa penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa kerusakan pada drum pulley sering disebabkan oleh konsentrasi tegangan yang tidak merata di sekitar area pengelasan (Mihailidis et al., 2016). Penggunaan perangkat lunak seperti Autodesk Inventor dan analisis FEA dapat membantu dalam merancang ulang komponen tersebut dengan mempertimbangkan faktor-faktor beban dinamis dan getaran

## METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis kerusakan pada drum pulley dan merancang solusi berupa modifikasi desain. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Semen Gresik Pabrik Rembang, yang terletak di Rembang, Jawa Tengah. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada permasalahan teknis yang sering terjadi pada komponen drum pulley, terutama pada area pengelasan side plate, yang mengakibatkan gangguan dalam proses produksi.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh komponen drum pulley yang digunakan di PT. Semen Gresik Rembang, khususnya yang mengalami kerusakan pada area pengelasan side plate. Sampel penelitian dipilih dari lima drum pulley yang paling sering mengalami keretakan berdasarkan data pemeliharaan mesin dan laporan kerusakan sebelumnya. Sampel ini dipilih untuk mewakili masalah yang terjadi di lapangan.

Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak Autodesk Inventor untuk merancang desain ulang drum pulley dan Finite Element Analysis (FEA) untuk menganalisis kekuatan struktural dan distribusi tegangan pada komponen yang telah dimodifikasi. Selain itu, data teknis yang terkait dengan kondisi kerusakan, beban operasional, dan getaran mesin selama proses produksi diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan tim pemeliharaan mesin.

Pengambilan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap drum pulley yang mengalami kerusakan dan wawancara dengan tim pemeliharaan mesin untuk memahami penyebab kerusakan. Selain itu, dokumentasi perbaikan sebelumnya juga dianalisis untuk mendapatkan gambaran lengkap mengenai masalah yang ada. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi FEA dari desain modifikasi dengan kondisi lapangan pada sampel yang telah dianalisis, untuk memastikan bahwa solusi yang diusulkan dapat diterapkan dengan efektif.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor untuk membuat desain modifikasi drum pulley. Kemudian, analisis FEA dilakukan untuk menguji ketahanan desain modifikasi terhadap beban dinamis dan getaran selama proses produksi. Hasil dari simulasi FEA dibandingkan dengan kondisi sebelum modifikasi untuk mengevaluasi efektivitas perubahan desain dalam mengurangi kerusakan dan meningkatkan daya tahan komponen.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama praktik kerja industri di PT. Semen Gresik Rembang, ditemukan masalah teknis berulang pada drum pulley, yaitu keretakan (crack) pada side plate, baik sisi dalam maupun luar. Kerusakan ini menyebabkan banyak drum pulley tidak dapat digunakan, mengganggu ketersediaan

suku cadang, dan memperlambat pemeliharaan. Berikut adalah gambar kerusakan yang terjadi pada Drum Pulley di PT Semen Gresik Rembang.

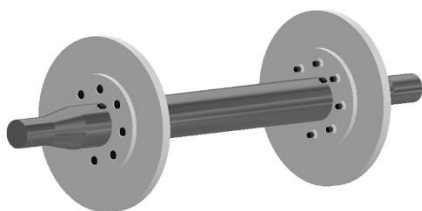


Gambar 1. Kerusakan Drum Pulley.

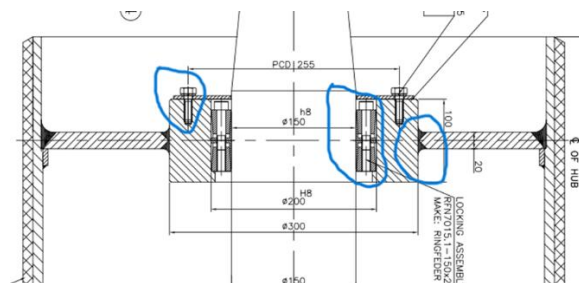
Keretakan pada *side plate* diduga akibat beberapa faktor utama :

- **Beban Berlebih dan Kelelahan Material (Fatigue):** Putaran konstan dan beban dinamis tinggi menyebabkan penumpukan tegangan pada sambungan las, memicu kelelahan material. Masalah ini diperparah oleh berbagai jenis beban operasional, seperti beban mati pulley, beban gantung, beban aksial, dan tegangan sabuk yang bervariasi.
- **Kualitas Pengelasan yang Kurang Optimal:** Penetrasi las yang kurang dalam, teknik pengelasan yang tidak optimal, dan tidak adanya tindak lanjut setelah pengelasan menjadikan sambungan las titik rawan.
- **Kegagalan Sistem Penguncian:** Sistem penguncian seperti *taper lock bush* atau *key-locking* sering aus atau longgar, mengakibatkan ketidaksejajaran antara *shaft* dan *hub*, memperparah getaran dan kerusakan las.

Dampak dari kegagalan berulang ini adalah peningkatan *downtime* produksi dan kerugian finansial akibat perbaikan las dan penggantian sistem penguncian yang sering. Pola kerusakan yang konsisten mengindikasikan kelemahan fundamental dalam desain atau manufaktur, mendorong perlunya modifikasi desain. Untuk mengatasi keretakan berulang, diusulkan modifikasi desain yang berfokus pada peningkatan kekuatan sambungan dan keandalan sistem penguncian. Meskipun visualnya tidak mengubah bentuk asli, perubahan signifikan dilakukan pada struktur internal dan metode penyambungan. Berikut adalah gambar hasil modifikasi drum pulley dan desain reel drum pully:



Gambar 2. Hasil Modifikasi Drum Pulley



Gambar 3. Modifikasi Drum Pulley

Secara visual hasil dari modifikasi tidak merubah objek atau bentuk yang di ubah antara desain asli atau hasil modifikasi. Seperti Gambar 4. titik pengelasan antara *shell* dan *disk* di rubah menjadi baut yang berukuran M36, menghilangkan *screw* dan penutup, serta menghilangkan *locking*

sebagai pengunci *disk plate* dengan poros yang digantikan dengan septi. Tabel 1. Merinci komponen-komponen yang digunakan dalam desain modifikasi, termasuk material dan fungsinya:

**Tabel 1.** Komponen hasil modifikasi drum pulley

No.	Nama Komponen	Jumlah	Material	Fungsi / Keterangan
1.	Shell (Tabung)	1	Baja S355JR atau Q235	Badan utama, silinder tempat sabuk melilit
2.	Shaft (Poros)	1	Baja Karbon C45 atau CK45	Menyambungkan pulley ke motor penggerak
3.	End Disk (Penutup)	2	Plat baja (mis. S235)	Penutup sisi kiri dan kanan shell
4.	Hub / Boss	2	Cast Iron / Baja ringan	Penghubung shaft dengan end disk
5.	Bearing	2	Steel	Bantalan putar untuk shaft
6.	Septi	2	Steel (Taper Lock, dll)	Pengunci antara poros dan hub
7.	Baut Dan Mur (M36)	16	-	Sebagai penyambung disk dan poros yang juga berperan menggantikan fungsi pengelasan
8.	Lagging (Pelapis)	1 Set	Karet / Keramik	Menambah daya cengkeram sabuk
9.	Welding Electrode	-	E7018 / E6013	Untuk pengelasan shell dan end disk dibagian atas

Sumber: PT Semen Gresik 2025

Modifikasi desain *drum pulley* dari sambungan las ke baut dan penggantian sistem penguncian menunjukkan efektivitas dalam mengatasi keretakan dan kegagalan sistem penguncian. Penggantian las dengan 16 baut M36 merespons isu penetrasi las yang kurang dalam dan teknik suboptimal, mendistribusikan tegangan lebih merata dan mengurangi kerentanan fatik. Penggantian sistem penguncian tradisional dengan "septi" juga penting, meskipun analisis FEA menunjukkan "septi" menjadi area konsentrasi tegangan tertinggi (290,5 MPa). Tujuan perubahan ini adalah meningkatkan stabilitas dan kesejajaran poros-hub, mengurangi getaran berlebihan. Pergeseran titik konsentrasi tegangan dari area las ke "septi" menunjukkan relokasi titik kerentanan tertinggi, sejalan dengan temuan bahwa tegangan kritis sering terjadi di dekat pelat ujung.

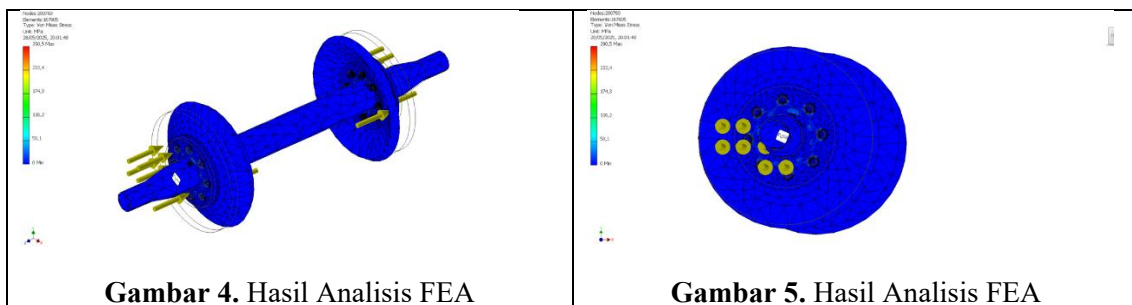
Analisis tegangan menggunakan Autodesk Inventor 2023 dengan pendekatan *linear static analysis* dan kriteria kegagalan *Von Mises Stress* dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan struktur modifikasi. FEA untuk pulley biasanya mempertimbangkan berbagai kasus beban seperti beban mati pulley, beban gantung, beban aksial, tegangan sabuk (yang bervariasi secara eksponensial di sepanjang keliling dan sinusoidal di sepanjang lebar muka pulley), dan gaya sentrifugal. Parameter simulasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tegangan maksimum 290,5 MPa teridentifikasi pada komponen "septi" atau pengunci sambungan antara *side plate* dan poros utama. Area merah mengindikasikan konsentrasi tegangan tertinggi, terutama di sekitar lubang baut dan sambungan mur-poros, yang berpotensi menjadi titik awal kegagalan. Area tegangan rendah (< 60 MPa) jauh dari tumpuan beban.

**Tabel 2.** Parameter simulasi FEA

Parameter	Nilai
Tipe Analisis	Von Mises Stress
Metode Simulasi	Finite Element Analysis (FEA)
Software	Autodesk Inventor 2023
Material	Baja Karbon (AISI 1045)
Kekuatan Luluh	370 MPa
Tegangan Maksimum	290,5 MPa
Tegangan Minimum	0 MPa
Jumlah Elemen Finite	167.805
Jumlah Node	280.760
Unit	MPa (Megapascal)
Tanggal Simulasi	16 Maret 2025

Sumber: PT Semen Gresik Rembang 2025

**Gambar 4.** Hasil Analisis FEA**Gambar 5.** Hasil Analisis FEA

Faktor Keamanan (FoS) dihitung sebagai:  $FoS = \text{Kekuatan Luluh} / \text{Tegangan Maksimum} = 370 \text{ MPa} / 290,5 \text{ MPa} = 1,27$ . Dengan FoS 1,27, desain modifikasi aman terhadap beban statis. Namun, nilai ini mendekati batas minimal desain mekanik yang direkomendasikan (umumnya  $FoS > 1,5$  untuk desain jangka panjang). Ini mengindikasikan perlunya pertimbangan lebih lanjut untuk keandalan jangka panjang di bawah beban dinamis dan fatik tinggi. Konsentrasi tegangan pada "septi" dan sekitar lubang baut juga memperkuat perlunya pengawasan ketat. Studi FEA serupa pada drum konveyor skala besar menunjukkan bahwa peningkatan desain, seperti penambahan diafragma penguat bidang tengah, dapat secara signifikan mengurangi tegangan von Mises maksimum (misalnya, hampir 25%). Studi-studi ini juga sering mengidentifikasi permukaan bagian dalam dekat pelat ujung sebagai area tegangan paling kritis, di mana pengelasan harus dihindari.

Temuan modifikasi *drum pulley* sejalan dengan prinsip rekayasa dan didukung studi literatur. Kelemahan pengelasan, seperti penetrasi kurang dalam dan teknik suboptimal, konsisten dengan penelitian Agis Permana dkk. (2024) yang menyatakan kekuatan sambungan las bergantung pada desain kampuh dan mutu kawat las, serta pentingnya arus pengelasan optimal untuk menghindari keretakan. Transisi ke sambungan baut M36 juga didukung literatur mekanika. Distribusi gaya pada mur dan baut harus diperhitungkan akurat, karena tidak semua titik sambungan menanggung beban yang sama. Studi menunjukkan sambungan baut dengan sistem *self-locking* mampu menahan beban tarik hingga 405 kN dan dapat diklasifikasikan sebagai *semi-rigid connection*. Konsentrasi tegangan di sekitar lubang baut dan sambungan mur-poros dalam simulasi

FEA menggarisbawahi pentingnya desain cermat untuk menghindari titik lemah baru. Penggunaan Autodesk Inventor untuk analisis FEA adalah praktik standar. Temuan ini sejalan dengan studi yang menekankan pentingnya FEA untuk memprediksi distribusi tegangan di bawah berbagai kondisi beban kompleks (misalnya, beban mati, beban gantung, aksial, dan tegangan sabuk yang bervariasi) dan untuk mengoptimalkan desain guna mengurangi tegangan serta berat.[1, 1] Nilai FoS 1,27, meskipun aman secara teknis, perlu dipertimbangkan kritis dalam konteks standar desain, di mana margin keamanan lebih tinggi sering diperlukan untuk komponen rentan fatik. Ini menunjukkan perlunya optimasi lebih lanjut pada desain sambungan baut dan sistem penguncian untuk keandalan jangka panjang.

Modifikasi desain *drum pulley* berpotensi memberikan manfaat signifikan bagi operasional PT. Semen Gresik Rembang. Manfaat utama adalah pengurangan *downtime* produksi dan penghematan biaya dengan mengatasi keretakan berulang dan kegagalan sistem penguncian. Ini mengurangi biaya perbaikan dan kerugian produksi. Selain itu, modifikasi ini bertujuan meningkatkan keandalan peralatan secara keseluruhan, membuat *drum pulley* lebih tangguh menghadapi beban dinamis dan lingkungan industri yang keras. Peningkatan keandalan ini berkontribusi pada kontinuitas operasional yang lebih baik.

Implikasi penting lainnya adalah peningkatan praktik perawatan. Pergeseran ke sambungan baut dapat menyederhanakan proses perawatan dan inspeksi. Rekomendasi inspeksi berkala akan mendorong budaya perawatan proaktif dan prediktif. Proyek ini juga berkontribusi pada transfer pengetahuan dan pengembangan keterampilan di dalam perusahaan. Pengalaman langsung dan rekomendasi pelatihan lanjutan dalam teknik pengelasan, interpretasi gambar teknik, dan penggunaan perangkat lunak FEA akan meningkatkan kompetensi teknis tenaga kerja. Terakhir, dengan mengadopsi alat desain dan analisis canggih (Autodesk Inventor, FEA) dan bergerak menuju komponen yang lebih andal dan mudah dirawat, perusahaan selaras dengan prinsip Industri 4.0.

## KESIMPULAN

Permasalahan keretakan berulang pada area pengelasan side plate dan kegagalan sistem penguncian drum pulley merupakan isu signifikan di PT. Semen Gresik Rembang, sebagian besar disebabkan oleh teknik pengelasan yang kurang tepat dan kurangnya pemahaman standar pengelasan. Modifikasi desain yang diusulkan, yaitu penggantian sambungan las dengan koneksi baut M36 dan implementasi sistem penguncian "septi", secara efektif mengatasi kerentanan yang teridentifikasi. Hasil analisis FEA menunjukkan Faktor Keamanan (FoS) sebesar 1,27, mengkonfirmasi integritas struktural desain baru di bawah beban statis. Meskipun demikian, nilai FoS ini mendekati batas minimal yang direkomendasikan untuk desain mekanis jangka panjang, menunjukkan erlunya pertimbangan lebih lanjut untuk aplikasi dinamis. Proyek ini menggarisbawahi pentingnya peningkatan berkelanjutan dalam desain, pemilihan material, dan praktik perawatan, serta nilai analisis komputasi (FEA) dalam memvalidasi solusi rekayasa.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agis Permana, S. A. (2024). Analisis Perhitungan Kekuatan Sambungan Las Pada Perencanaan Rangka Mesin Pelet. *Vol.1 No.1 April 2024*, 33-43.
- [2] Casapulla, E. M. (2024). Interlocking Joints with Multiple Locks: Torsion-Shear Failure. *Appl. Sci.* 2024, 14, 4475.
- [3] Gohar Nadeem, N. A. (2021). Finite Element Analysis of Proposed Self-Locking Joint for Modular Steel Structures. *Applied Sciences*, Article number 9277, pages 1–20.
- [4] Sumberdaya, J., Berkelanjutan, B., Kurniawan, A. L., Pranatal, E., Perkapalan, J. T., & Artikel, I. (2022). Analisis kekuatan sambungan Las pada plat untuk dek kapal berbahan plat Baja A36 terhadap sifat fisis dan mekanis dengan metode pengelasan MIG. 1(1), 327–331.

- [5] Solanki, U., Shroff, A., Kulkarni, T., Waghmare, P., & Agte, K. P. (2015). *Design of Belt Conveyor System*. International Journal for Scientific Research & Development, 3(3), 2554–2557.
- [6] Jadhav, S. M., & Pol, P. C. (2015). *Redesigning & Optimization of Conveyor Pulley*. IJLTEMAS, 4(12), 28–31.
- [7] Mihailidis, A., Savaidis, G., Bouras, E., & Athanasopoulos, E. (2016). Finite element analysis and improved design of large scale belt conveyor drums. International Journal of Structural Integrity.