

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR REEL CONVEYOR BELT MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

*Fredrik Alfredo¹, Rifky Ismail², Mohammad Tauviqirrahman²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: fredrikalfredo@gmail.com

Abstrak

Reel/ Haspel merupakan sebuah wadah yang digunakan untuk menggulung tali, kabel dan selang air. Ukuran dan bahan dari haspel biasanya tergantung dari jenis dan panjang benda yang ingin digulung. Contoh, dalam kehidupan sehari-hari, selang air yang digulung menggunakan haspel dengan material plastik, agar tahan karat dan rayap akibat air dari selang. Dalam perkembangan jaman kini reel juga digunakan dalam bidang industri, salah satunya yaitu industri conveyor belt. Reel pada industri conveyor belt digunakan untuk menggulung dan membuka kembali kabel penggerak conveyor (drive cable) pada conveyor belt. Salah satu contoh penggunaan reel dalam industri adalah reel pada industri pertambangan. Spesifikasi reel yang saat ini digunakan berupa tebal plat 30 mm, dengan ukuran setebal itu tentu memerlukan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian tentang pengaruh penggunaan plat mild steel tebal 30 mm ini terhadap kekuatan reel secara keseluruhan, dan bagaimana pengaruhnya jika plat mild steel ini diubah ke spesifikasi yang lebih rendah, yaitu tebal 10 dan 1,6 mm, untuk tujuan cost reduction. Kajian dilakukan menggunakan simulasi static structural dengan software ANSYS 18.1. Kondisi batas yang diberikan berupa material ASTM A36 dan diberi gaya sebesar 294.000 N pada spindle atau bagian tengah reel. Gaya yang diberikan merupakan berat dari belt yang akan dibawa oleh reel yaitu sebesar 30 ton. Berdasarkan hasil simulasi diketahui bahwa plat dengan tebal 1,6 mm memiliki tegangan maksimum von Mises paling besar bila dibanding dengan tebal plat yang lain, yaitu sebesar 130,4 MPa. Dan tebal plat 1,6 mm memiliki nilai safety factor yang paling kecil yaitu sebesar 1,9. Selain itu dapat diketahui bahwa dengan mengganti plat dari 30 mm menjadi 1,6 mm, sehingga dapat menghemat biaya sebesar Rp.6.409.100 untuk membuat 1 buah reel.

Kata kunci: ansys 18.1; astm a36; conveyor belt; safety factor; reel; von mises

Abstract

Reel, also known as a spool, is a container used to wind up ropes, cables, and water hoses. The size and material of the reel usually depend on the type and length of the item to be wound. For example, in everyday life, water hoses are often wound up using plastic reels to protect them from water damage and termites. In modern times, reels are also used in industries, such as the conveyor belt industry. Reels in conveyor belt industries are used to wind and unwind the drive cable of the conveyor on the belt conveyor. One example of reel usage in the industry is reels in the mining industry. The reel specification currently used is a plate thickness of 30 mm, which incurs significant costs. Therefore, it is necessary to study the impact of using a 30 mm thick MS plate on the overall strength of the reel and how it would be affected if the MS plate is changed to lower specifications, such as 10 mm and 1.6 mm thickness, for cost reduction purposes. The study is conducted using static structural simulations with ANSYS 18.1 software. The boundary conditions include using ASTM A36 material and applying a force of 294,000 N on the spindle or the middle part of the reel. This force represents the weight of the belt to be carried by the reel, which is 30 tons. Based on the simulation results, it is found that the 1.6 mm thick plate has the highest maximum von-Mises stress of 130.4 MPa compared to other plate thicknesses. Additionally, the 1.6 mm plate has the smallest safety factor, which is 1.9. Furthermore, by replacing the 30 mm plate with a 1.6 mm plate, it can save Rp. 6,409,100 in costs for manufacturing one reel.

Keywords: ansys 18.1; astm a36; conveyor belt; safety factor; reel; von mises

1. Pendahuluan

Conveyor belt bekerja dengan cara mengangkut material dari satu titik ke titik lain menggunakan sabuk atau rantai yang bergerak terus menerus [1]. Dalam memindahkan gulungan conveyor diperlukan sebuah wadah atau alat yang disebut reel.

Reel conveyor belt merupakan jenis reel yang digunakan untuk memindahkan gulungan conveyor belt dari satu tempat ke tempat lainnya. Reel juga memiliki fungsi untuk menjaga keamanan pekerja dari resiko cidera ketika pengangkutan gulungan reel, dan menjaga kualitas conveyor belt dari kerusakan ketika pemindahan dari satu tempat ke tempat lainnya

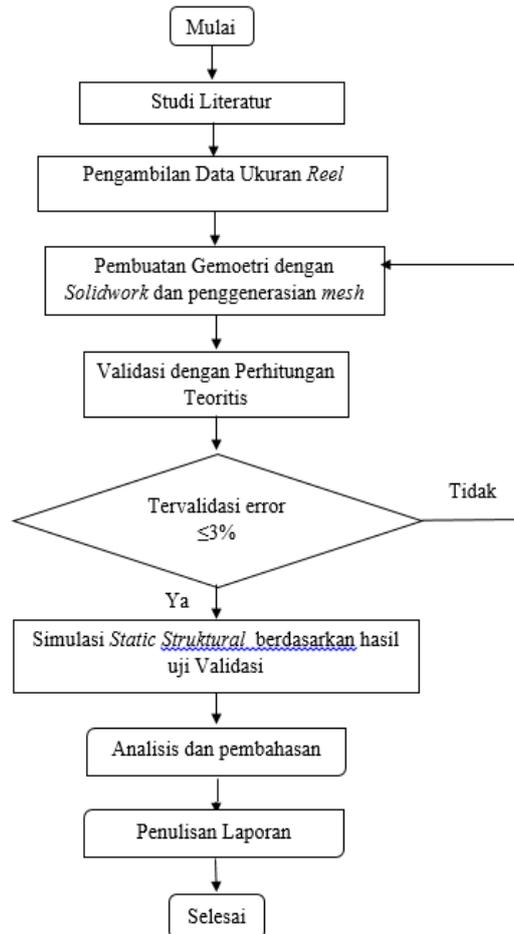
Sebagian besar penelitian berfokus pada modifikasi desain sistem conveyor, pengurangan jumlah *pulley* (drum), kegagalan *belt*, dan biaya pemeliharaan, serta konsumsi energi. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Nikola Ilankovic pada tahun 2023 [2] tentang pengaruh beban *fatigue* terhadap durabilitas *conveyor belt*, dan penelitian yang dilakukan oleh Omkar P. Kumbhar pada tahun 2020 mengenai perancangan, pengembangan dan analisa sistem *roller belt conveyor*. Dengan metode elemen hingga, terjadinya deformasi plastis atau bending dapat dicegah, dan dapat memperkirakan kapasitas maksimal dari *reel* [3].

PT Bando Indonesia membuat *reel* PTFI yang diadopsi dari Gambar / referensi *Customer*, dalam hal ini, PT Freeport Indonesia. Tebal Plat horizontal yang saat ini digunakan adalah 30 mm, dengan ukuran setebal itu tentu memerlukan biaya yang cukup besar.

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam hal efisiensi untuk mengurangi biaya produksi, serta dapat membantu dalam penentuan ukuran desain *reel* yang memiliki kekuatan struktur yang aman untuk jenis *reel* PTFI 2 di PT Bando Indonesia.

2. Metode Penelitian

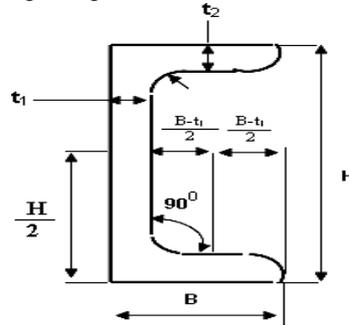
Penelitian ini dilakukan dengan mengkaji pengaruh penggunaan plat *mild steel* tebal 30 mm ini terhadap kekuatan *reel* secara keseluruhan, dan bagaimana pengaruhnya jika Plat *mild steel* ini diubah ke spesifikasi yang lebih rendah, yaitu tebal 10 dan 1.6 mm, untuk tujuan *cost reduction*. Kajian dilakukan dengan metode elemen hingga, dimana pemodelan 3 dimensi menggunakan *software solidwork* dan simulasi dilakukan menggunakan *software ANSYS 18.1 workbench* serta perhitungan teoritis. Simulasi dan perhitungan teoritis dilakukan mengikuti literature ataupun teori-teori untuk menghitung tegangan von Mises dan *safety factor*. Alur proses penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir.

2.1. Baja kanal U

Menurut Anto (2016), besi UNP kanal U memiliki berbagai kegunaan umum, salah satunya adalah sebagai purlin. Fungsi utamanya adalah sebagai balok penutup pada bagian atap. Namun, besi kanal U juga dapat digunakan sebagai penopang dinding atau girts tergantung pada kebutuhan. Dalam beberapa kondisi, besi UNP kanal U juga digunakan sebagai bagian dari truss dalam komponen rangka arsitektur.



Gambar 2 Penampang baja kanal U

Keterangan gambar:

H adalah tinggi badan;

B adalah lebar sayap;

t1 adalah tebal badan;

t2 adalah tebal sayap;

r adalah radius sudut

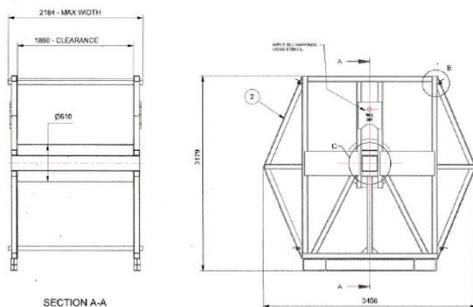
Baja kanal U terbuat dari material ASTM A36 dengan *material properties* terlampir pada Tabel 1.

Tabel 1. *Material properties* ASTM A36

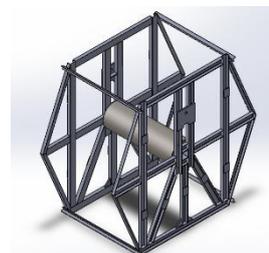
No	Properties	Nilai
1	Density	7,85 gr/cm ³
2	Tensile Strenght, Ultimate	500 MPa
3	Yield Strenght	250 MP
4	Bulk Modulus	400 GPa
5	Shear Stress	79,3 GPa

2.2. Desain Rangka Reel PTFI2

Untuk melakukan analisa pengaruh pembebanan menggunakan *finite element method*, hal pertama yang harus dilakukan adalah melakukan pemodelan struktur *reel* PTFI2 ke dalam software CAD. Berdasarkan data teknik struktur *reel* PTFI2 yang diperoleh dari PT Bando Indonesia.



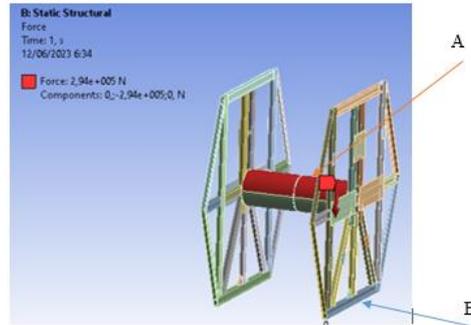
Gambar 3 *Drawing Reel PTFI 2*
 referensi *Customer*



Gambar 4 CAD *reel PTFI2*

2.3. Pemberian kondisi batas dan simulasi

Pada kasus *reel* PTFI2, beban yang diberikan merupakan berat dari *belt* yang akan ditopang oleh *reel* PTFI 2, yaitu sebesar 30 Ton atau 30.000 kg. Beban dari *belt* ditopang oleh 2 tumpuan utama seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.

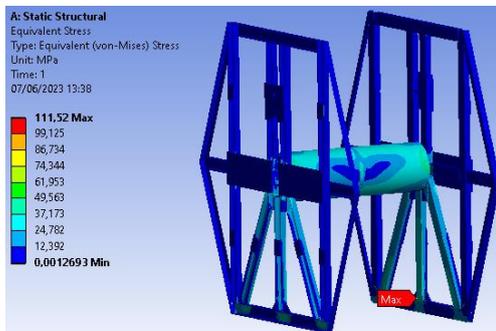


Gambar 5 Pemberian kondisi batas pada reel PTFI 2

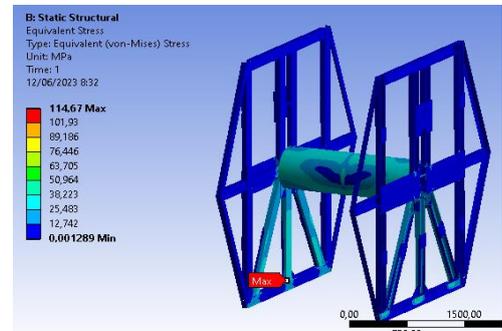
Gaya sebesar 294.000 N diberikan pada *spindle reel* PTFI 2 seperti yang ditunjukkan oleh tanda panah A, dan pemberian titik *support* di bagian bawah reel PTFI 2, seperti yang ditunjukkan oleh tanda panah B.

3. Hasil dan Pembahasan

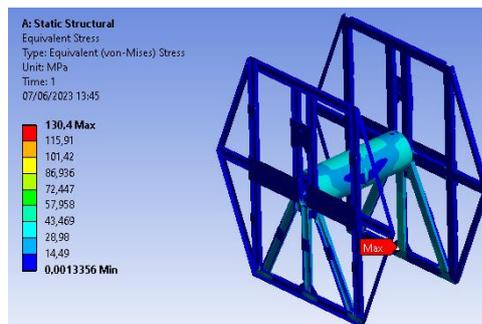
A. Hasil simulasi von Mises dengan variasi tebal plat horizontal dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 6 Nilai tegangan von Mises pada plat horizontal dengan tebal 30 mm



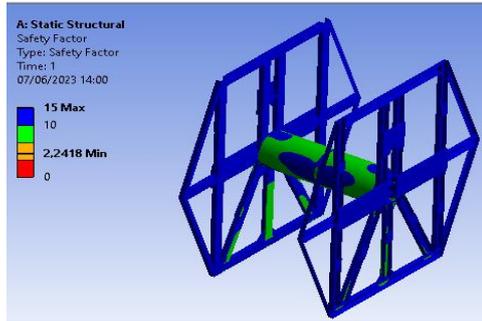
Gambar 7 Nilai tegangan von Mises pada plat horizontal dengan tebal 10 mm



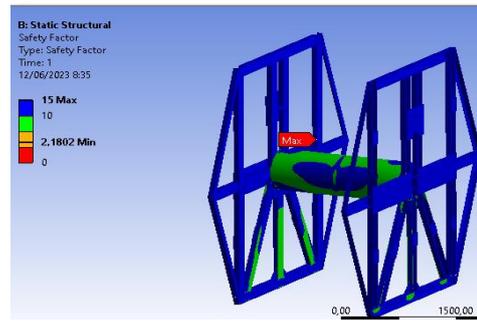
Gambar 8 Nilai tegangan von Mises pada plat horizontal dengan tebal 1,6 mm

Nilai tegangan von Mises maksimum pada plat horizontal dengan tebal 30-1,6 mm, secara berurutan yaitu 111,52 MPa, 114,1 MPa dan 130,3 MPa. Nilai tersebut bila dibandingkan dengan nilai *yield strength* bahan, nilainya masih dibawah dari nilai *yield strength* bahan < 250 MPa. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa struktur reel dengan tebal plat horizontal 30 mm-1,6 mm dapat dikatakan aman.

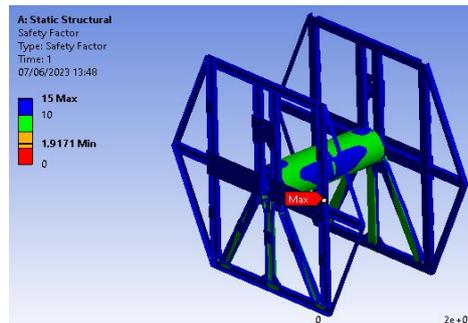
B. Hasil *safety factor* dengan variasi tebal plat horizontal dapat dilihat pada Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 9 Nilai *safety factor* pada plat horizontal dengan tebal 30 mm



Gambar 10 Nilai *safety factor* pada plat horizontal dengan tebal 10 mm



Gambar 11 Nilai *safety factor* pada plat horizontal dengan tebal 1,6 mm

Nilai *safety factor* pada plat horizontal dengan tebal 30-1,6 mm, secara berurutan yaitu 2,2; 2,1 dan 1,9. Nilai tersebut dapat dikatakan aman karena *safety factor* >1.

C. Perhitungan *Cost Reduction*

Reel PTFI 2, menggunakan *Mild Steel* 30 x 880 x 400 mm pada plat horizontal. Untuk dapat menghitung besarnya pengurangan biaya produksi, kita perlu mengetahui terlebih dahulu biaya dibutuhkan untuk membuat 1 buah *reel* PTFI 2 menggunakan plat MS 30 mm. Berdasarkan harga di pasar online, plat *mild steel* 30 mm x 1200 mm x 2400 mm dijual dengan harga Rp.13.458.000.

$$\begin{aligned}
 A &= P \times L \\
 &= 880 \times 400 \\
 &= 352.000 \text{ mm}^2 \quad (1)
 \end{aligned}$$

Dikarenakan 1 *reel* memiliki 4 plat horizontal maka,

$$\begin{aligned}
 A_1 &= L \times 4 \\
 &= 352.000 \times 4 \\
 &= 1.408.000 \text{ mm}^2 \quad (2)
 \end{aligned}$$

Selanjutnya kita menghitung luas 1 buah plat 30 mm yang dijual dipasaran dengan ukuran 30 x 1200 x 2400

$$\begin{aligned}
 A_2 &= P \times L \\
 &= 1200 \times 2400 \text{ mm} \\
 &= 2.880.000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka harga plat 30 mm per luasnya adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Harga per satuan luas} &= \frac{\text{Rp. } 13.458.000}{2.880.000 \text{ mm}^2} \\
 &= \text{Rp. } 4.672 / \text{mm}^2 \quad (3)
 \end{aligned}$$

Biaya = Harga per satuan luas x luas yang dibutuhkan

$$= \text{Rp. } 4.672 / \text{mm}^2 \times 1.408.000 \text{ mm}^2$$

$$= \text{Rp. } 6.578.000 \quad (4)$$

Diketahui biaya untuk plat horizontal 30 mm adalah Rp.6.578.000. Selanjutnya, penulis membandingkan dengan harga plat 1,6 mm. Berdasarkan harga pasar, plat dengan ukuran 1,6 x 1200 x 2400 adalah Rp. 348.000.

$$A_4 = 1200 \times 2400$$

$$= 2.880.000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Harga per satuan luas} = \frac{\text{Rp. } 348.000}{2.880.000 \text{ mm}^2}$$

$$= \text{Rp. } 0,12 / \text{mm}^2 \quad (5)$$

Biaya = Harga per satuan luas x luas yang dibutuhkan

$$= \text{Rp. } 0,12 / \text{mm}^2 \times 1.408.000 \text{ mm}^2$$

$$= \text{Rp. } 168.960 \quad (6)$$

Cost reduction = Biaya sebelum modifikasi – biaya setelah modifikasi

$$= \text{Rp. } 6.578.000 - \text{Rp. } 168.900$$

$$= \text{Rp. } 6.409.100 \quad (7)$$

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan, berdasarkan hasil simulasi, diketahui bahwa semakin tebal plat horizontal maka nilai tegangan maksimum von Mises semakin kecil dan nilai *safety factor* semakin besar. Berdasarkan hasil simulasi, tebal plat horizontal yang ideal untuk *reel* PTFI 2 adalah 1,6 mm. Biaya produksi *reel* PTFI 2 dapat diturunkan sebesar Rp. 6.409.100, dengan mengganti tebal plat horizontal dari 30 mm menjadi 1,6 mm.

5. Daftar Pustaka

- [1] Ahmad, Afnan, Ali, S., Khan, M., Harahap, I. S. H., and Aslam, M. S. (2020). ReAssessment of an Earth fill Dam using Finite Element Method and Limit Equilibrium Method Case study of Latamber Dam, Pakistan. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* 71(2), 87-102.
- [2] Anto, B. (2016). Sistem Kendali Pengasutan Genset Portabel Dari Jarak Jauh Tanpa Kabel. *INKOM* 10(1), 37-45.
- [3] Callister, W. D. (2009). *Materials Science And Engineering An Introduction* 8th Edition. New Jersey: John Wiley & Sons Inc Hoboken.
- [4] Cho, Rae, J., et al. (2017). Finite element analysis of the offshore reel-laying operations for double-walled pipe. *Advances in Mechanical Engineering* 9(10), 1687814017731226.
- [5] Daimallah, Ahmed, Lebbi, M., Lounici, M. S., and Boutina, L. (2020). Effect of Thermal Collector Height and Radius on Hydrodynamic Flow Control in Small Solar Chimney. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* 71(2), 10-25.
- [6] Hardjuno, B. S., Setiawan, J. D., Ismail, R., Jamari, J. (2010). Pengukuran Deformasi Plastik Pada Kontak Antar Hemisphere. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi* 2010, 7-13.
- [7] Ilankovic, Nikola, Živanic, Dragan, Zuber, Ninoslav. (2023). The Influence of Fatigue Loading on the Durability of the Conveyor Belt. *Applied Sciences* 13(5), 3277.
- [8] Kadam, Harshavardhan A., Hyalij, N. S. (2016). Design and analysis of belt conveyor roller shaft. *International Journal of Engineering Trends and Technology* 36(1).
- [9] Pravin, R., Kubade, Omkar, P., Kumbhar. (2020). Design, Development And Analysis Of Roller Belt Conveyor System. *International Journal of Mechanical Engineering (IJME)* 9(1), 1-6.
- [10] Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. (1995). *Computational fluid dynamics: the finite volume method*. Harlow, England: Longman Scientific & Technical.