

Perancangan Alat *Loading-Unloading* untuk Proses *Drill, Tap, Chamfer* pada *Shoe Lining Brake* Menggunakan Aplikasi *Solidwork*

Galang Wahyu Risvandi^{1,*}, Sibut¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur, Indonesia

Kata kunci

Conveyor roller
SolidWorks ANSYS
loading-unloading
otomatis
mild steel otomasi industri

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomasi loading dan unloading pada mesin drill, tap, dan chamfer menggunakan conveyor roller berbasis desain SolidWorks dan simulasi struktur menggunakan ANSYS Workbench. Permasalahan utama yang diangkat adalah tingginya ketergantungan terhadap operator manual yang menyebabkan waktu produksi tidak efisien dan risiko kecelakaan kerja. Dengan menerapkan sistem conveyor otomatis berbasis sensor dan kontrol pneumatik, proses pemindahan benda kerja dapat berlangsung lebih cepat, presisi, dan aman. Analisis kekuatan struktur dilakukan terhadap desain rangka dan meja kerja dengan material Mild Steel (ASTM A36) dan Aluminium 6061. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material Mild Steel menghasilkan tegangan von Mises dan deformasi yang lebih rendah serta faktor keamanan yang lebih tinggi dibanding Aluminium 6061. Dengan demikian, sistem loading- unloading otomatis ini dinyatakan layak untuk diterapkan di lingkungan industri.

* Corresponding author:

Galang Wahyu Risvandi (email: galangwahyurisvandi2003@gmail.com)

Diterima: 19 Agustus 2025

Disetujui: 24 Maret 2026

Dipublikasikan: 31 Maret 2026

1 Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan revolusi industri 4.0, dunia manufaktur dituntut untuk semakin efisien, cepat, dan adaptif terhadap otomasi. Salah satu tantangan utama di sektor industri pemesinan adalah masih banyaknya proses *loading* dan *unloading* pada mesin drill, tap, dan chamfer yang dilakukan secara manual. Aktivitas manual ini selain memakan waktu, juga berpotensi menimbulkan risiko keselamatan kerja dan menghasilkan ketidakkonsistenan dalam waktu siklus produksi (*cycle time*). Proses *loading-unloading* yang tidak terstandarisasi dapat menghabiskan hingga 30-40% dari total waktu produksi dan berkontribusi terhadap sekitar 25% kecelakaan kerja di lini produksi. Hal ini tentu menjadi hambatan besar bagi perusahaan manufaktur dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional[1]

Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan sistem otomasi yang mampu menggantikan peran manual tersebut. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan sistem *conveyor roller* otomatis yang terintegrasi dengan gripper robotik dan kontrol pneumatik. Sistem ini dapat melakukan pemindahan benda kerja secara otomatis dan presisi, serta meningkatkan keamanan dan produktivitas kerja. Selain itu, pengintegrasian teknologi CAD seperti SolidWorks dan software analisis struktur seperti ANSYS Workbench memungkinkan perancangan yang akurat dan validasi kekuatan struktur rangka conveyor sebelum diproduksi.[2]

Penelitian ini memfokuskan pada perancangan sistem *loading-unloading* otomatis untuk *shoe lining brake*, yaitu salah satu komponen penting dalam sistem pengereman kendaraan. Proses pemesinan *drill, tap, dan chamfer* pada komponen ini menuntut presisi tinggi dan efisiensi waktu. Oleh karena itu, rancangan sistem otomatis harus mampu menjamin stabilitas, kekuatan struktur, serta keakuratan gerakan antar mesin. Dengan merancang sistem *loading-unloading* berbasis *roller conveyor* dan melakukan simulasi kekuatan struktur rangka meja.[3]

2 Metode Penelitian

➤ Penelitian ini menggunakan pendekatan perancangan dengan bantuan software CAD SolidWorks untuk pemodelan 3D dan ANSYS Workbench untuk simulasi struktur. Proses perancangan meliputi: Berikut merupakan perhitungan untuk mengetahui nilai von mises, displacement, safety off factor :

- A. Perancangan kerangka conveyor roller
- B. Desain roller conveyor dengan diameter 20mm
- C. Perancangan bracket safety conveyor
- D. Desain jig shoe lining brake
- E. Sistem handling dan pneumatic control
- F. Perancangan gripper robotic
- G. Desain meja loading-unloading

➤ Spesifikasi Teknis

Sistem conveyor dirancang dengan spesifikasi:

- Panjang conveyor: 2000 mm
- Lebar conveyor: 500 mm
- Diameter roller: 20 mm
- Material roller: Stainless Steel SUS304
- Kapasitas beban maksimum: 1000 kg

➤ Material dan Simulasi

Material yang digunakan adalah ASTM A36 (Mild Steel) dengan sifat mekanis yield strength 250 MPa (ASM International Handbook Vol.1, 1990). Simulasi dilakukan menggunakan ANSYS Workbench 2021 R2 dengan analisis static structural.

➤ Berikut merupakan table material dari baja ASTM A36:

Tabel 2.1 Data Properti Mekanis dari Steel Mild

ASTM specification	Material grade or type	Tensile strength ^(a)		Yield strength ^(a)		Minimum elongation ^(b) in 200 mm (8 in.), %	Minimum elongation ^(b) in 50 mm (2 in.), %
		MPa	ksi	MPa	ksi		
Carbon steel							
A 36	...	400-500	58-80	220-250 ^(b)	32-36 ^(b)	20	23
A 131	A, B, D, E, CS, DS	400-490	58-71	220 ^(b)	32 ^(b)	21 ^(b)	24
A 283	A	310-415	45-60	165	24	27	30
	B	345-405	50-65	185	27	25	28
	C	380-485	55-70	205	30	22	25
	D	415-515 ^(b)	60-75 ^(b)	230	33	20	23
A 284	C	415	60	205	30	21	25
	D	415	60	230	33	21	24
A 529	...	415-585	60-85	290	42	19	...
A 573	58	400-490	58-71	220	32	21	...

- Berikut perhitungan nilai von mises, displacement, safety off factor.

1. Von mises

$$FoS = \frac{UTS}{\sigma v M_{max}} \quad (1)$$

Dimana

- : FoS : Faktor Keamanan
 UTS : Tegangan Tarik Maksimum (MPa)
 $\sigma v M_{max}$: Tegangan Von Mises Maksimum (MPa)

2. Displacement

$$\theta = \frac{\omega_0 + \omega}{2} \times t \quad (2)$$

θ = Kecepatan sudut rata – rata × waktu

3. Safety off factor

$$FoS = \frac{UTS}{\sigma v M_{max}} \quad (3)$$

Dimana

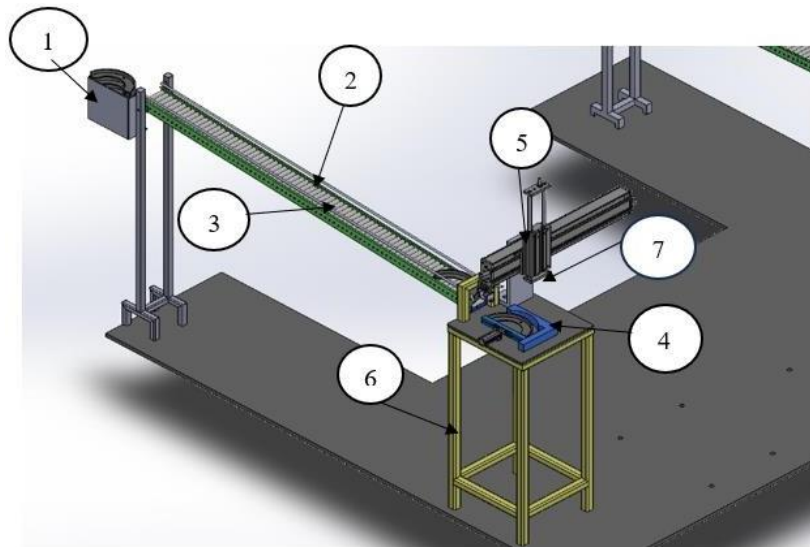
- : FoS : Faktor Keamanan
 UTS : Tegangan Tarik Maksimum (MPa)
 $\sigma v M_{max}$: Tegangan Von Mises Maksimum (MPa)
 ➤ Berikut merupakan tabel factor off safety:

Table 2.2 Faktor keamanan berdasarkan tegangan luluh

No	Nilai Safety Factor	Kondisi
1	1,25 - 1,5	Beban terkontrol, tegangan sudah ditentukan dan bekerja dengan pasti
2	1,5 - 2,0	material sudah diketahui, kondisi lingkungan beban dan tegangan bersifat tetap dan dapat ditentukan dengan mudah
3	2,0 - 2,5	Material yang digunakan beroperasi secara rata-rata dengan batasan beban diketahui
4	2,5 - 3,0	Material diketahui meskipun tanpa mengalami pengujian, kondisi beban dan tegangan berkerja secara rata-rata
5	3,0 - 4,5	Material sudah diketahui, kondisi beban, tegangan dan lingkungan sangat tidak pasti

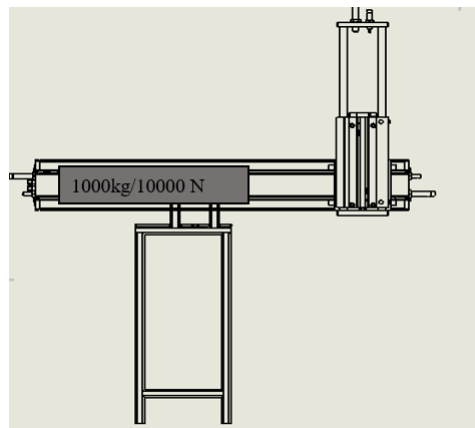
3 Hasil dan Pembahasan

Hasil perancangan menghasilkan sistem loading-unloading terintegrasi yang terdiri dari tujuh komponen utama: kerangka conveyor, roller, bracket conveyor, jig benda kerja, handling sistem, meja loading dan gripper robotic.

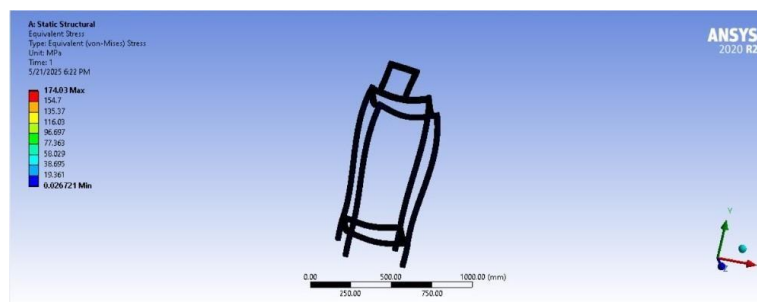


Gambar 1 hasil perancangan alat loading unloading.

- Hasil simulasi struktur pada meja loading.

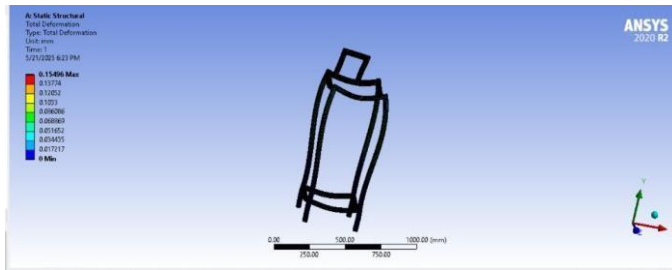


Gambar titik pembebanan pada meja loading

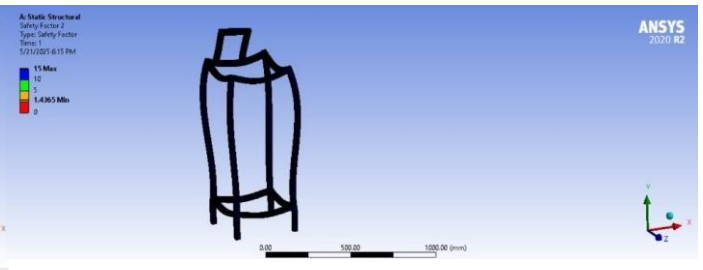


Gambar hasil uji von mises

Gambar 2 menunjukkan beban 1000kg dan gambar disamping menunjukkan hasil uji von mises.



Gambar 4 hasil deformasi 4.



Gambar 5 hasil uji safety off faktor 5.

Pembahasan

Berdasarkan hasil simulasi, desain meja loading menggunakan material Mild Steel menunjukkan kinerja yang excellent dengan semua parameter dalam batas aman. Nilai von Mises stress 174,03 MPa masih 30% di bawah batas luluh material, memberikan margin keamanan yang memadai untuk operasional industri. Deformasi 0,15450 mm menunjukkan bahwa struktur memiliki kekakuan yang cukup untuk mempertahankan geometri dan presisi posisi selama operasi. Safety factor 2,6936 mengindikasikan desain yang konservatif dan aman untuk implementasi industri.

4 Kesimpulan

Dari penelitian perancangan sistem loading-unloading otomatis untuk proses drill, tap, chamfer pada shoe lining brake, dapat disimpulkan:

1. Sistem loading-unloading otomatis berhasil dirancang dengan mengintegrasikan conveyor roller, gripper robotic pneumatic, dan sistem kontrol sensor untuk meningkatkan efisiensi produksi.
2. Hasil simulasi struktur meja loading dengan material Mild Steel (ASTM A36) pada beban 1000 kg menunjukkan:
 - Von Mises stress: 174,03 MPa (aman, < 250 MPa)
 - Deformasi: 0,15450 mm (minimal)
 - Safety factor: 2,6936 (memenuhi standar keamanan)
3. Desain sistem dinyatakan layak dan aman untuk diterapkan di lingkungan industri berdasarkan analisis kekuatan struktur yang dilakukan.

5 Referensi

- [1] ASM International Handbook Vol.1. (1990). *Properties and Selection of Materials*. ASM International.
- [2] Lee, H.-H. (2017). *Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 18*. SDC Publications.
- [3] MISUMI. (2024). E-MSMH91N-2M Square Sensor Specification Sheet. Diakses dari <https://id.misumi-ec.com/>
- [4] Sinaga, J. H. (2019). Pembuatan Desain Core dan Cavity Mangkok Plastik Menggunakan Software SolidWorks. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- [5] SolidWorks Corporation. (2023). *SolidWorks 2023 Help Documentation*. Dassault Systèmes.
- [6] Vidosic, J. P. (1957). *Safety Factor Design Principles*. Boston: Industrial Engineering Press.
- [7] Wibawa, L. (2019). Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Meja Kerja Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 5(3), 67-74.
- [8] Ansys Inc. (2021). *ANSYS Workbench 2021 R2 User Manual*. Canonsburg, PA: ANSYS Inc.
- [9] Autodesk. (2023). *Inventor Professional User Guide*. Autodesk Knowledge Network.
- [10] Nugroho, T. (2018). Penerapan FEA dalam Analisa Struktur Rangka Mesin. *Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 10(2), 77-85.
- [11] Kurniawan, A. (2022). *Perancangan Conveyor Roller untuk Otomasi Pabrik*. Skripsi. Universitas Negeri Malang.
- [12] Handayani, N. (2023). Penggunaan Gripper Pneumatik dalam Otomasi Industri. *Jurnal Riset Otomasi*, 8(1), 14–22.
- [13] Indrawan, D. (2020). Evaluasi Keandalan Material Aluminium 6061 pada Struktur Rangka. *Jurnal Rekayasa Struktur*, 12(4), 34–40.
- [14] Bambang, E. (2019). *Pengantar Analisis Tegangan dan Deformasi pada Struktur Baja*. Jakarta: Gramedia Teknik.