

## ANALISIS STRESS PADA BAGIAN REWINDING MESIN ROTOGRAVURE

Samuel Julianto Purba<sup>1,\*</sup>, Becti Enggar Rahmawan<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

**Sejarah Artikel:**

Diterima 05 05 2023  
Disetujui 21 06 2023  
Dipublikasikan 12 10 2023

**Keywords:**

*Rotogravure; stress analysis, konis unwind rewind*

### Abstrak

Sebuah penelitian dilakukan untuk menganalisis tegangan atau *stress* pada bagian *rewinding* mesin *rotogravure*. Penelitian menggunakan metode simulasi pada *software* Autodesk Inventor 2024. Studi literatur juga dilakukan dalam rangka pendekatan teoritis terkait definisi dan identifikasi objek yang akan diteliti. Objek yang menjadi penelitian ialah part konis *unwind rewind* pada mesin *rotogravure*. Dilakukan *modelling* 3D dan 2D untuk kemudian dilakukan analisis. Hasil dari penelitian ini didapati part konis *unwind rewind* masih belum aman. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan *modelling* dengan memberikan penebalan part atau analisis dengan beban yang lebih ringan.

### Abstract

A study was conducted to analyze the stress on the rewinding part of a rotogravure machine. The study used a simulation method in the Autodesk Inventor 2024 software. Literature studies are also carried out within the framework of a theoretical approach related to the definition and identification of the object to be studied. The object of the study was the unwind rewind conical part on a rotogravure machine. 3D and 2D modeling was carried out for later analysis. The results of this study show that the unwind rewind conical part is still not safe. In future research, modeling can be carried out by providing part thickening or analysis with a lighter load.

Alamat korespondensi:  
Gedung E9 Lantai 2 FT Unnes  
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: [samueljpurba@students.unnes.ac.id](mailto:samueljpurba@students.unnes.ac.id)

ISSN 2746\_7694  
<https://doi.org/10.15294/jim.v5i2.70104>

## PENDAHULUAN

Mesin *rotogravure* merupakan salah satu teknologi cetak yang digunakan secara luas dalam industri percetakan. Teknologi ini memungkinkan cetakan berkualitas tinggi dan reproduksi yang akurat, membuatnya menjadi pilihan populer untuk mencetak berbagai produk seperti kemasan makanan, label, majalah, dan banyak lagi (Thomas, et al, 2019; Kader, et al, 2017; Tkachenko, et al, 2021; Das, et al, 2022)

Pada awalnya, mesin *rotogravure* dikembangkan sebagai metode cetak yang menggunakan silinder dengan permukaan berlubang-lubang kecil yang dikenal sebagai sel-sel. Sel-sel ini berfungsi sebagai wadah untuk mengisi tinta cetak. Prinsip dasar dari mesin *rotogravure* adalah penggunaan metode intaglio, di mana tinta diterapkan pada permukaan cetakan yang dalam, dan kemudian dihapus dari permukaan yang lebih tinggi. Hasilnya adalah cetakan dengan detail yang sangat tinggi dan kejelasan gambar yang luar biasa.

Mesin *rotogravure* terdiri dari beberapa komponen kunci, termasuk silinder cetak, *roll* penerapan tinta, oven pengering, dan *roll* pengumpul (Jayadi, 2010; Eker, et al, 2021; Swaminathan, et al, 2017; Ebrahimi, et al, 2016). Silinder cetak adalah elemen inti dalam mesin ini, karena pada permukaannya terdapat pola cetakan yang diinginkan. *Roll* penerapan tinta digunakan untuk mengaplikasikan tinta ke permukaan silinder cetak, sementara oven pengering berfungsi untuk menghilangkan pelarut dari tinta sehingga meninggalkan lapisan tinta yang kering. *Roll* pengumpul, di sisi lain, digunakan untuk menghapus tinta berlebih dari permukaan cetakan.

Keuntungan utama dari mesin *rotogravure* adalah kemampuannya untuk mencetak dengan kualitas yang sangat tinggi. Permukaan cetakan yang dalam dan detail yang tajam membuatnya ideal untuk mencetak gambar dengan resolusi tinggi, seperti foto, grafik, dan ilustrasi. Selain itu, mesin *rotogravure* juga dapat menghasilkan cetakan yang tahan lama dan tahan terhadap gesekan, membuatnya cocok untuk berbagai produk yang mengharuskan ketahanan cetakan dalam jangka waktu yang lama.

Mesin *rotogravure* juga dapat mencetak dengan kecepatan tinggi, menjadikannya pilihan yang efisien dalam produksi massal. Kemampuannya untuk menghasilkan cetakan yang konsisten dan reproduksi yang akurat membuatnya populer di industri kemasan, di mana kualitas dan konsistensi sangat penting.

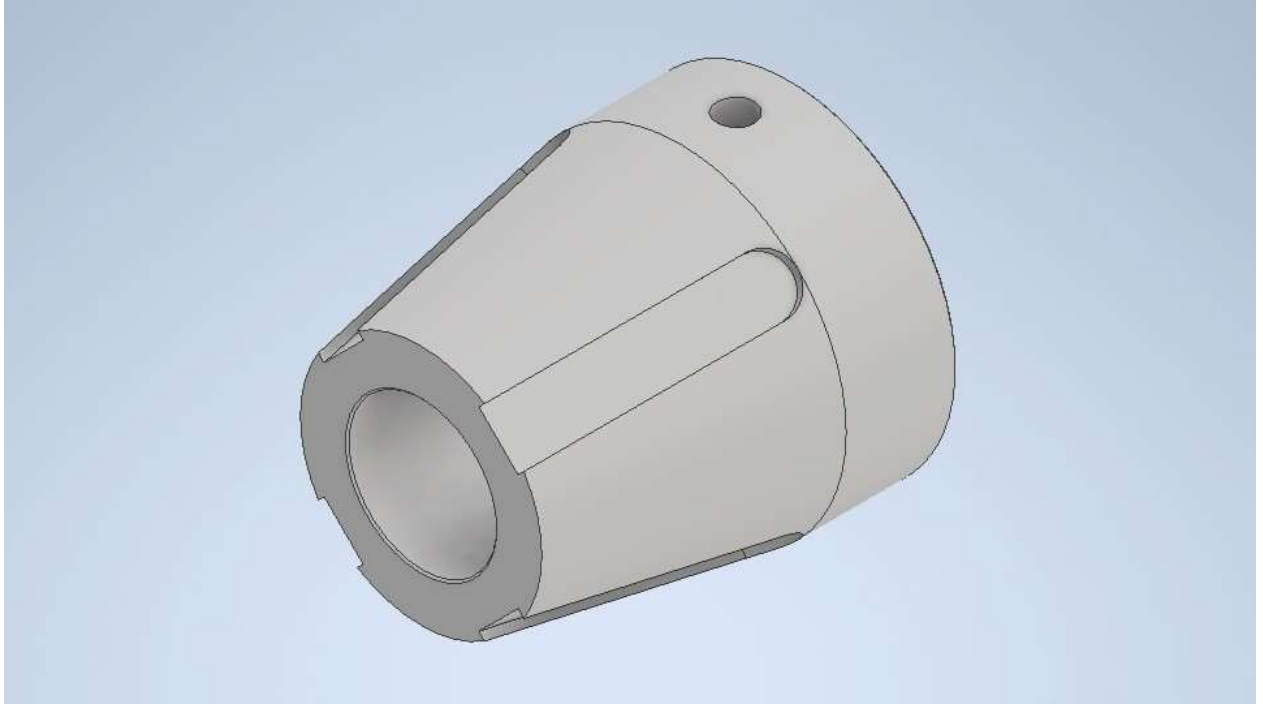
Studi ini akan membahas lebih lanjut tentang analisis desain dari salah satu *part* di bagian *rewinding* pada mesin *rotogravure*. *Part* yang akan dianalisis yaitu *part* konis *unwind rewind*. *Part* ini berbentuk gabungan dari lingkaran dan setengah kerucut. *Part* ini bergerak berputar pada mesin *rotogravure* ini sendiri.

## METODE PENELITIAN

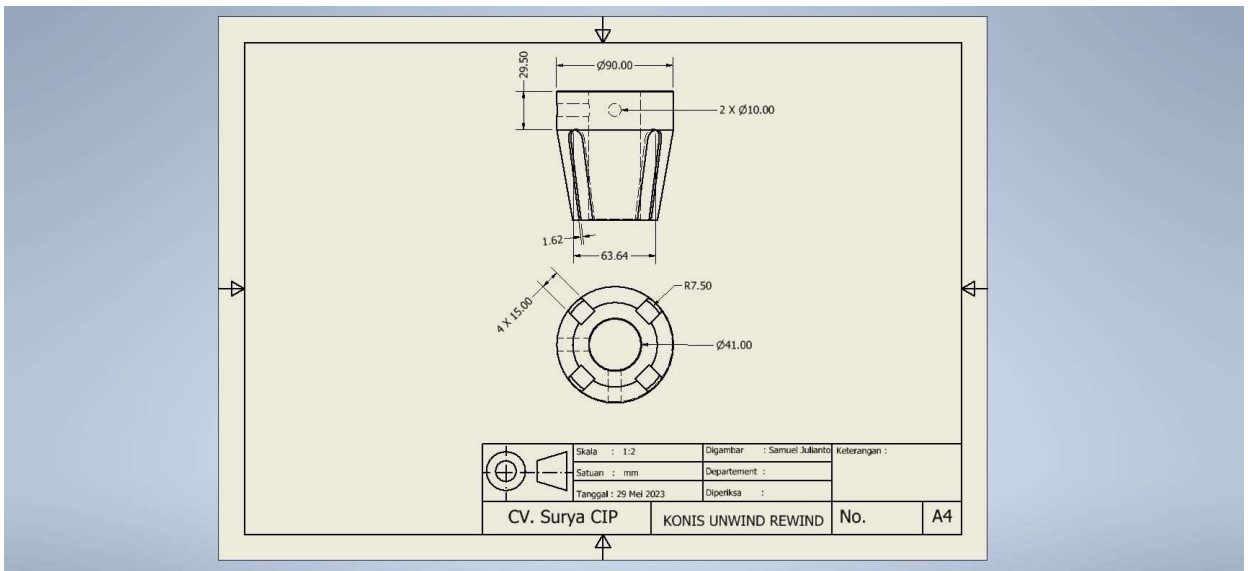
Penelitian ini menggunakan metode simulasi yang bermula dari tahap *modelling* dengan *software* Autodesk Inventor 2024. Aplikasi yang digunakan dalam perancangan atau pembuatan desain adalah Autodesk Inventor 2024 yang mana digunakan parameter untuk membuat *modelling* suatu desain (Shih, 2013; Sugiarto, 2019; Wibawa, 2020). Pada *software* tersebut, digunakan fitur Stress Analysis untuk mensimulasikan bagaimana keadaan *part* yang akan dianalisis jika dikenai suatu beban. Dari hasil dari analisis tersebut akan disimpulkan oleh penulis bagaimana keadaan *part* tersebut setelah dikenai beban. Kesimpulan yang dicari apakah desain tersebut sudah sesuai apabila dikenai beban seberat yang akan dikenai sebesar 50N.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian bermula dengan pembuatan desain *part* konis *unwind rewind* 3D dan 2D. Untuk selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *software* yang sama. Dimensi desain menggunakan satuan milimeter. Gambar 1 dan 2 berikut merupakan visualisasi *part* konis *unwind rewind* pada *software* Autodesk Inventor 2024.



**Gambar 1.** Gambar 3D part Konis *Unwind Rewind*



**Gambar 2.** Gambar 2D part Konis *Unwind Rewind*

Pada tabel 1 merupakan data *general* dan stress dalam part konis *unwind rewind* memiliki volume total sebesar  $383949 \text{ mm}^3$  dengan material penyusun dari *steel-cast*. *Steel-cast* sendiri memiliki massa jenis sebesar  $7,85 \text{ g/cm}^3$ . Sementara beban yang dibebankan padapart ini terbuat dari *molybdenum disulphide nylon*. Cara kerja dari *part* ini adalah berotasi konstan di tempat yang sama. Semua permukaan part ini terkena tekanan dari luar. Pada analisis ini, *part* dikenai beban sebesar  $50 \text{ N}$ . Berikut data dari part konis *unwind rewind*.

**Tabel 1.** Data *general dan stress* konis  
*unwind rewind*

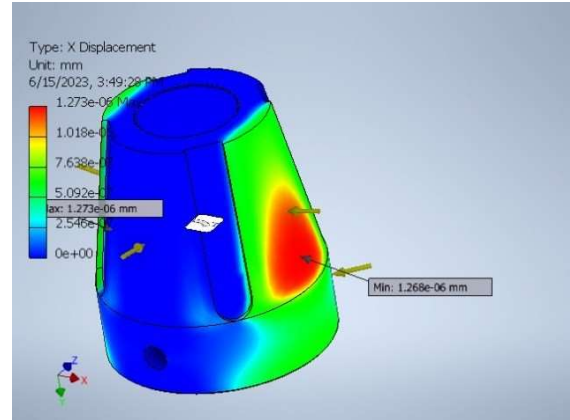
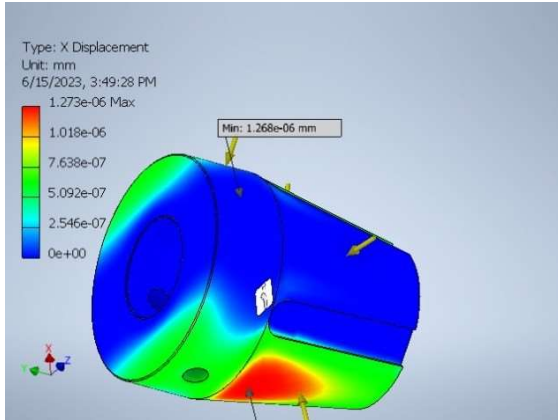
Name	Steel, Cast	
<b>General</b>	Mass Density	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	250 MPa
	Ultimate Tensile Strength	300 MPa
<b>Stress</b>	Young's Modulus	210 GPa
	Poisson's Ratio	0.3 ul
	Shear Modulus	80.7692 GPa

Selanjutnya dilakukan analisis tekanan terhadap part ini dengan simulasi menggunakan *software* Autodesk Inventor 2024. Hasil dari analisis tersebut diperoleh data sebagai Tabel 2.

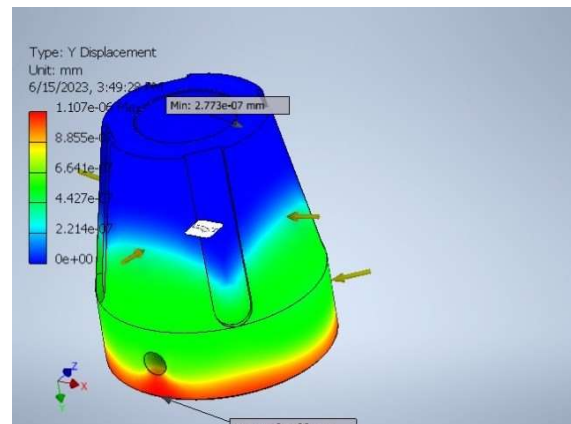
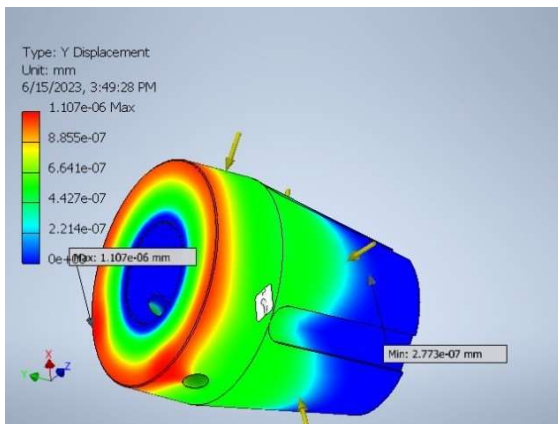
**Tabel 2.** data hasil analisis tekanan

Name	Minimum	Maximum
<b>Volume</b>	383952 mm <sup>3</sup>	
<b>Mass</b>	3.01402 kg	
<b>Von Mises Stress</b>	0.00288661 MPa	0.0582081 MPa
<b>1st Principal Stress</b>	-0.0230072 MPa	0.00772939 MPa
<b>3rd Principal Stress</b>	-0.0853849 MPa	-0.0035825 MPa
<b>Displacement</b>	0 mm	0.00000142549 mm
<b>Safety Factor</b>	15 ul	15 ul
<b>Stress XX</b>	-0.0720692 MPa	0.000827493 MPa
<b>Stress XY</b>	-0.0163399 MPa	0.0213812 MPa
<b>Stress XZ</b>	-0.016607 MPa	0.0171196 MPa
<b>Stress YY</b>	-0.0325149 MPa	0.00646682 MPa
<b>Stress YZ</b>	-0.00981593 MPa	0.0113759 MPa
<b>Stress ZZ</b>	-0.0518028 MPa	0.00136955 MPa
<b>X Displacement</b>	-0.00000126789 mm	0.00000127303 mm
<b>Y Displacement</b>	-0.000000277292 mm	0.00000110684 mm
<b>Z Displacement</b>	-0.00000126789 mm	0.00000127024 mm
<b>Equivalent Strain</b>	0.0000000153277 ul	0.000000271507 ul
<b>1st Principal Strain</b>	-0.00000000885813 ul	0.000000099449 ul
<b>3rd Principal Strain</b>	-0.000000327274 ul	-0.0000000120598 ul
<b>Strain XX</b>	-0.000000244843 ul	0.0000000249184 ul
<b>Strain XY</b>	-0.000000101152 ul	0.00000013236 ul
<b>Strain XZ</b>	-0.000000102805 ul	0.000000105978 ul
<b>Strain YY</b>	-0.0000000186433 ul	0.0000000981188 ul
<b>Strain YZ</b>	-0.0000000607653 ul	0.000000070422 ul
<b>Strain ZZ</b>	-0.000000204952 ul	0.0000000187558 ul

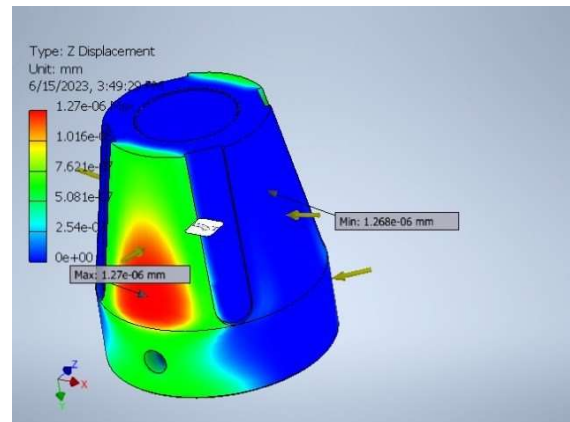
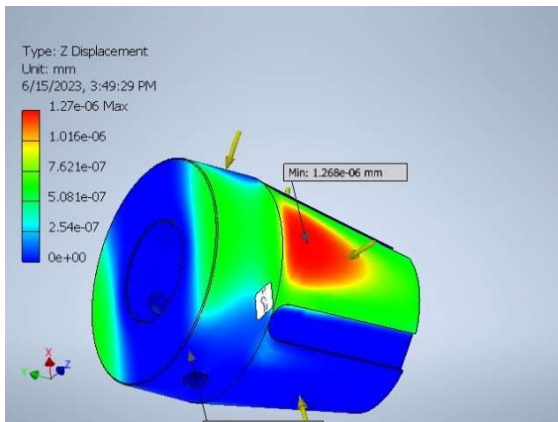
Dari analisis tekanan terhadap part, diperoleh gambaran *displacement* secara keseluruhan, *displacement* dari setiap sumbu (x, y, z), dan *safety factor*. *Displacement* dapat diartikan sebagai seberapa jauh suatu bagian part dapat berpindah saat dikenai suatu beban dari kondisi awalnya. Data tersebut sangat penting diketahui dalam perancangan supaya dapat menghasilkan produk yang aman saat digunakan. Gambar 5, 6, dan 7 masing-masing adalah gambar yang menunjukkan *displacement*, dan *safety factor* pada sumbu x, y, z.



Gambar 5. Displacement pada sumbu X



Gambar 6. Displacement pada sumbu Y



Gambar 7. Displacement pada sumbu Z

Berdasarkan dari data tabel dan gambar di atas, *displacement* part terbesar yang didapatkan adalah sebesar 0.00000142549 mm. *Displacement* pada sumbu X, Y, dan Z berturut-turut adalah sebesar 0.00000127303 mm, 0.000000277292 mm, dan 0.00000127024 mm. *Safety factor* yang digunakan adalah sebesar 15 ul.

## SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa desain yang sudah dibuat belum sepenuhnya aman. Hal ini mengacu pada data hasil yang diperkuat dengan visualisasi *displacement* pada part. Ditengarai pada displacement masih terdapat indikator warna merah pada part, yang dapat diartikan desain part konis *unwind rewind* belum aman. Saran penulis untuk penelitian selanjutnya ialah membuat perancangan part dengan bagian part yang sudah ada untuk dapat ditebalkan. Dapat dilakukan juga analisis ulang dengan pembebanan yang dikurangi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Thomas, M., Herrmann, A., Dohse, A., Borris, J., & Weidlich, E. R. (2019). Printing of  $\mu\text{m}$  structures with nano inks using a novel combination of high-resolution plasma printing and subsequent rotogravure printing. *Plasma Processes and Polymers*, 16(9), 1900080.
- Kader, A. and Ezzat, M., 2017. The impact of ink viscosity on the enhancement of rotogravure optical print quality. *International Design Journal*, 7(1), pp.103-107.
- Tkachenko, I., Trémeau, A. and Fournel, T., 2019, February. Authentication of Medicine Blister Foils: Characterization of the Rotogravure Printing Process. In *VISIGRAPP (4: VISAPP)* (pp. 577-583).
- Das, A., Rakshit, P., Roy, S., Dutta, B.R., Ghosh, A. and Mitra, D., 2022. Rotogravure Printing Band Analysis with the Help of Machine Learning. In *Applications of Networks, Sensors and Autonomous Systems Analytics: Proceedings of ICANSAA 2020* (pp. 215-223). Springer Singapore.
- Jayadi, T. (2010). Laporan Kerja Praktek Proses Kerja Mesin Rotogravure dan Ink Viscosity Check Pt. International Packaging Manufacturing Waru, Jawa Timur. Laporan Kerja Praktek Proses Kerja Mesin Rotogravure Dan Ink Viscosity Check Pt. International Packaging Manufacturing Waru, Jawa Timur, (564), 1-73.
- Eker, M., Yarımpaç, D., & Çelebi, K. (2021). Thermal stress analysis of functionally graded solid and hollow thick-walled structures with heat generation. *Engineering Computations*, 38(1), 371-391.
- Swaminathan, K. and Sangeetha, D.M., 2017. Thermal analysis of FGM plates—A critical review of various modeling techniques and solution methods. *Composite Structures*, 160, pp.43-60.
- Ebrahimi, F. and Reza Barati, M., 2016. Vibration analysis of nonlocal beams made of functionally graded material in thermal environment. *The European Physical Journal Plus*, 131, pp.1-22.
- Shih, R. (2013). Parametric Modeling with Autodesk Inventor 2014. Sdc Publications.
- Sugiarto, R. A. P. (2019). Perancangan Fire Suppression System dengan Metode Local Application pada Mesin Rotogravure pada Perusahaan Plastik di Sidoarjo 66 (Doctoral dissertation, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya).
- Wibawa, L. A. N., Diharjo, K., Raharjo, W. W., & Jihad, B. H. (2020). Stress analysis of thick-walled cylinder for rocket motor case under internal pressure. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 70(2), 106-115.