



ANALISIS DESAIN POROS DAN DOCTA EKSENTRIK UNTUK GEARBOX ROTOGRAVURE MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

DESIGN ANALYSIS OF ECCENTRIC SHAFT AND DOCTA ROTOGRAVURE GEARBOX USING FINITE ELEMENT METHOD

Bagus Adi Prasetyo¹⁾, Heri Yudiono²⁾*

^{1,2}Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia
email: bgsadi78965@gmail.com¹⁾, heri_yudiono@mail.unnes.ac.id²⁾

Received:
4 Agustus 2022

Accepted:
30 Desember
2022

Published:
30 Desember
2022

© 2022 SJME
Kinematika All
Rights Reserved.

Abstrak

Desain poros dan docta eksentrik *gearbox rotogravure* harus memiliki konstruksi struktur desain dan jenis material yang tepat sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi performa *gearbox*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain poros dan docta eksentrik yang paling aman dan optimum berdasarkan hasil analisis pada simulasi *software* CATIA V5. Penelitian ini menggunakan metode elemen hingga dengan menganalisis struktur komponen poros dan docta eksentrik berupa nilai tegangan *von Mises*, *displacement* dan perhitungan *safety factor* yang ditampilkan dalam kontur warna. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain poros eksentrik dengan nilai tegangan *von Mises* terendah memiliki nilai 178,92 MPa, nilai *displacement* terendah adalah 0,22042 mm, serta hasil perhitungan *safety factor* tertinggi adalah 2,505. Sedangkan pada hasil analisis desain docta eksentrik dengan nilai tegangan *von Mises* terendah memiliki nilai 24,29 MPa, dan nilai *displacement* terendah adalah 0,021661 mm, serta hasil perhitungan *safety factor* tertinggi adalah 18,45. Disimpulkan bahwa desain poros eksentrik 4 dan docta eksentrik 4 menggunakan material ST 60 menghasilkan nilai tegangan *von Mises* terendah, nilai *displacement* terendah dan perhitungan nilai *safety factor* tertinggi dibanding dengan desain poros dan docta eksentrik lainnya sehingga desain baru ini merupakan desain paling aman dan optimum terhadap model pembebanan yang terjadi.

Kata Kunci: CATIA V5, tegangan *von Mises*, *displacement*, *safety factor*

Abstract

The design of the eccentric shaft and docta of the rotogravure gearbox must have the correct design structure construction and material type so as to increase the effectiveness and efficiency of the gearbox performance. The purposes of this study is to determine the safest and optimum eccentric shaft and docta design based on the results of analysis on the CATIA V5 software simulation. This study uses the finite element method by analyzing the structure of the shaft and docta eccentric components in the form of *von Mises* stress values, *displacements*, and *safety factor* calculations which are displayed in color contours. The eccentric shaft design with the lowest *von Mises* stress value has a value of 178,92 MPa, the lowest *displacement* value is 0,22042 mm, and the highest *safety factor* calculation results is 2,505.

Meanwhile, the consequences of the eccentric docta design analysis with the lowest von Mises stress value have a value of 24,92 MPa, and the lowest displacement value is 0,021661 mm, and the highest safety factor calculation result is 18,45. It was concluded that the eccentric shaft design 4 and eccentric docta 4 using ST 60 material resulted in the lowest von Mises, the lowest displacement, and the most highest safety factor value calculation compared to other eccentric shaft and docta designs so that this new design is the safest and optimum design for the loading model that occurs.

Keywords: CATIA V5, von Mises stress, displacement, safety factor

DOI: 10.20527/sjmekinematika.v7i2.220

How to cite: Prasetyo, B. A. dan Yudiono, H., “Analisis Desain Poros Dan Docta Eksentrik Untuk Gearbox Rotogravure Menggunakan Metode Elemen Hingga”. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 7(2), 127-141, 2022.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam dunia industri percetakan dan manufaktur semakin pesat, hal ini terjadi karena meningkatnya kualitas hidup dan perkembangan ilmu pengetahuan manusia yang diakibatkan oleh hal yang diciptakan, dibuat, ataupun dimanfaatkannya produk yang berbagai macam jenis. CV. Surya CIP Semarang merupakan salah satu perusahaan percetakan dan perakitan yang khusus bergerak dalam bidang usaha penyediaan mesin, rancang bangun, dan *spare part* yang berhubungan dengan *bundling printing* [1].

Salah satu rancang bangun mesin yang dihasilkan oleh CV. Surya CIP adalah *gearbox rotogravure* yang terdiri dari komponen poros dan docta eksentrik. Kenyataan yang dijumpai, desain poros dan docta eksentrik belum diuji secara ilmiah serta komputerisasi. Desain poros dan docta harus memiliki konstruksi dan jenis material yang tepat sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi performa *gearbox* sehingga meningkatkan kualitas pekerjaan dan produktivitas [2].

Metode elemen hingga adalah metode komputasi yang penggunaannya untuk mendapatkan solusi pada permasalahan nilai batas atau nilai numerik [3]. Penggunaan metode ini sampai saat ini masih banyak digunakan oleh peneliti dalam penelitiannya. Di era teknologi ini, banyak perangkat lunak yang menggunakan metode elemen hingga salah satunya adalah CATIA V5. CATIA merupakan kepanjangan dari *Computer Aided Three Dimensional Interactive Application*, dimana penggunaan *software* ini dapat membantu dalam proses desain atau perancangan serta analisis statis terhadap gaya statis yang terjadi pada komponen poros dan docta eksentrik. Hasil analisis CATIA V5 adalah berupa nilai tegangan *von Mises*, *displacement*, dan *safety factor*. Hasil nilai tersebut digunakan sebagai acuan untuk mengetahui nilai kekuatan desain dalam menahan suatu beban yang terjadi serta nilai keamanan desain berdasarkan perhitungan *safety factor* sehingga dapat mencegah kegagalan dan meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses kerja komponen.

Berdasarkan gambaran diatas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah perancangan desain poros dan docta eksentrik serta analisis desain menggunakan metode elemen hingga pada pemrograman CATIA V5 untuk mengetahui kekuatan desain komponen poros dan docta eksentrik sehingga didapat hasil desain baru yang lebih efektif dan efisien serta aman berdasarkan kajian yang dilakukan.

METODE PENELITIAN

Proses analisis menggunakan metode elemen hingga dilakukan dengan memvariasi struktur desain poros dan docta eksentrik untuk menghasilkan nilai tegangan *von Mises*, *displacement* dan *safety factor*. Standar nilai *safety factor* yang diijinkan dalam penelitian

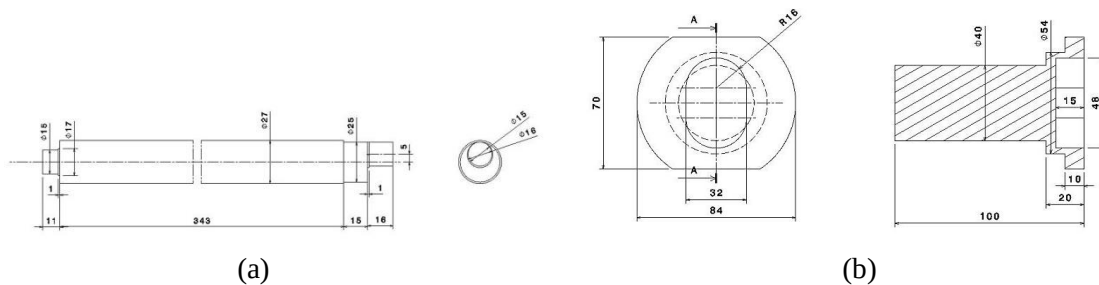
ini adalah 2,0. Kecepatan putar *input gearbox rotogravure* adalah 1500 rpm dengan daya motor listrik sebesar 26,81 HP, Sedangkan material yang digunakan dalam perancangan komponen poros dan docta eksentrik adalah baja karbon ST 60 dengan spesifikasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi baja karbon ST 60

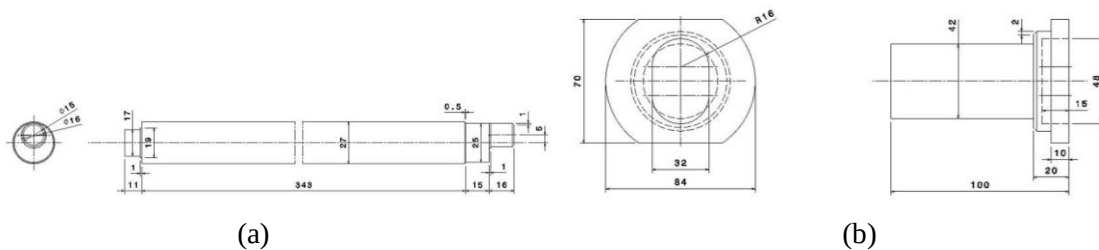
Sifat Mekanik	
Kekuatan Tarik (MPa)	600 – 720
Kandungan Karbon	0,4730 %
Yield Tensile Strength (Sy)	448,20 MPa
Ultimate Tensile Strength (Su)	706,47 MPa
Modulus Young	2,1e + 011 N/m ²
Rasio Poisson	0,2660
Kepadatan	7860,0 kg/m ³
Ekspansi Termal	1,17e - 005 Kdeg

Dimensi Spesimen Penelitian

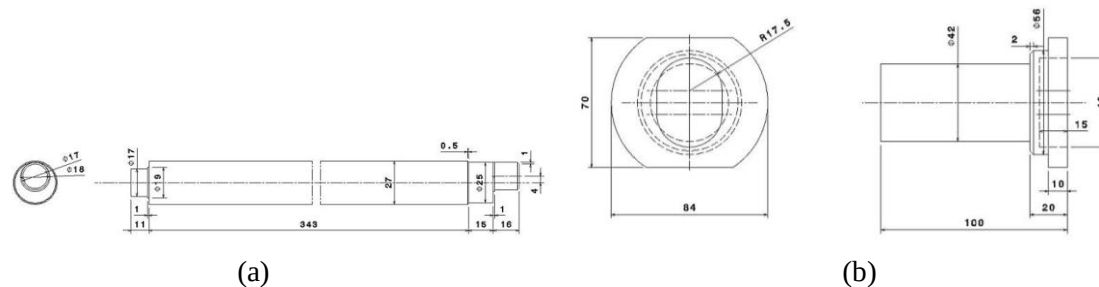
Perancangan desain poros dan docta eksentrik awal didasarkan pada desain CV. Surya CIP Semarang. Desain poros dan docta eksentrik variasi 1, 2, dan 3 memiliki struktur dengan dimensi yang lebih besar dari desain awal poros dan docta eksentrik. Dengan menambah dimensi komponen akan berdampak pada kekuatan struktur dan keamanan komponen dalam menerima pembebanan. Ukuran dan dimensi poros dan docta eksentrik desain awal dan variasi ditunjukkan pada Gambar 1-4.



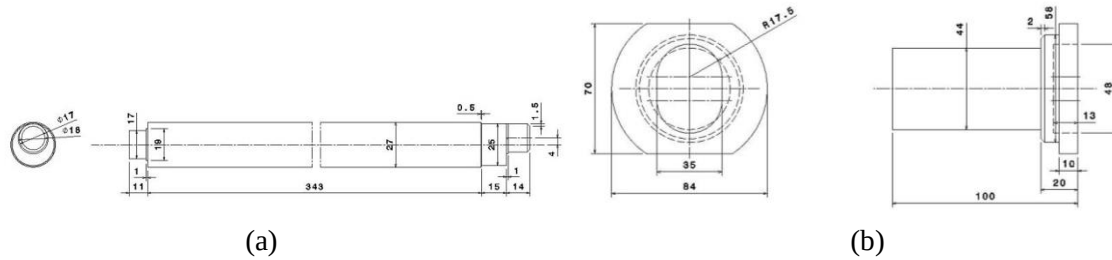
Gambar 1. (a) Perancangan Desain Poros Eksentrik 1 CV. Surya CIP Semarang, (b) Perancangan Desain Docta Eksentrik 1 CV. Surya CIP Semarang



Gambar 2. (a) Perancangan Desain Poros Eksentrik 2, (b) Perancangan Desain Docta Eksentrik 2



Gambar 3. (a) Perancangan Desain Poros Eksentrik 3, (b) Perancangan Desain Docta Eksentrik 3



Gambar 4. (a) Perancangan Desain Poros Eksentrik 4, (b) Perancangan Desain Docta Eksentrik 4

Perhitungan Putaran Input dan Output Poros

Jika pasangan poros roda gigi dinyatakan sebagai n_1 (rpm) pada poros penggerak dan n_2 (rpm) pada poros yang ditentukan/digerakkan, maka perhitungan diameter jarak bagi d_1 dan d_2 dalam mm dan jumlah gigi z_1 dan z_2 . Sehingga perbandingan putaran menggunakan persamaan berikut:

$$u = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{m.z_1}{m.z_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{i} \quad (1)$$

Berdasarkan Persamaan 1, maka dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$n_2 = \frac{z_1 \times n_1}{z_2} \quad (2)$$

Keterangan:

u : perbandingan putaran d : diameter
m: modul z : jumlah gigi
n : putaran (rpm) i : ratio

Momen Torsi

Momen gaya atau torsi memiliki arti puntir (*twist*) yang terjadi pada batang lurus apabila batang tersebut diberi beban momen yang menghasilkan rotasi terhadap sumbu longitudinal batang. Untuk menghitung torsi apabila diketahui putaran (rpm) dan daya (HP), dapat menggunakan persamaan berikut [4].

$$T = \frac{(P \times 5252)}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

T: torsi (lb/ft)
P: daya (HP)
n: putaran (rpm)

Torsi pada dasarnya adalah gaya yang digunakan untuk menghasilkan arah gerakan dan jarak tertentu. Gaya yang digunakan merupakan hasil perkalian antara massa dan percepatan gravitasi yang disebut gaya beban (N). Persamaan yang digunakan untuk menghitung torsi apabila diketahui gaya beban dan jarak pembebanan dengan titik fokus perputaran adalah sebagai berikut [5].

$$\tau = W \times D \quad (4)$$

Keterangan:

τ : Torsi (Nm)
W : gaya beban (N)
D : jarak pembebanan dengan titik fokus perputaran (m)

Perhitungan Momen Torsi dan Pembebanan Terdistribusi

Untuk mengetahui besar momen torsi dan pembebanan terdistribusi pada komponen poros dan docta eksentrik, perlu dilakukan perhitungan mencari putaran *input* dan *output*

A. Bevel Gear 1
 $Z_1 = 33$
 $M = 2$

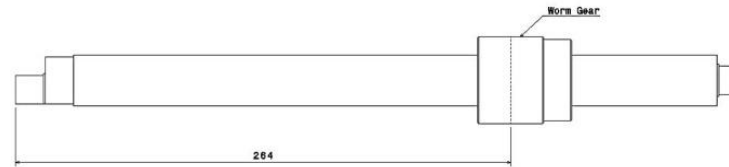
B. Bevel Gear 2
 $Z_2 = 54$
 $M = 2$

C. Ulir Worm
 $Z_3 = D/M = 44/6,28 = 7,006 \sim 7$
 $M = 2$

D. Worm Gear
 $Z_4 = 19$
 $M = 3$

E. Poros 1
 F. Poros 2
 G. Poros Eksentrik

131



Gambar 6. Jarak pembebanan dengan pusat perputaran eksentrik

Diketahui jarak pembebanan dengan titik fokus perputaran (*worm gear*) adalah 264 mm, maka $D = 264 \text{ mm} = 0,264 \text{ m}$

$$W = \frac{\tau}{D}$$

$$W = \frac{565,308 \text{ Nm}}{0,264 \text{ m}}$$

$$W = 2141,318 \text{ N}$$

Tegangan von Mises

Tegangan *von Mises* merupakan tegangan yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan pada material yang menerima tegangan triaksial sehingga menghasilkan energi regangan dari model pembebanan yang diberikan ketika mendekati titik luluh (*yield strength*). Kegagalan pada suatu bahan/material poros dan docta eksentrik adalah retak, aus, patah, korosi dan lain sebagainya. Kegagalan tersebut pada suatu bahan/material akan terjadi apabila [6]:

$$\sigma' \geq \frac{S_y}{\eta} \quad (5)$$

Keterangan:

S_y : *tensile yield strength* (MPa)

η : *safety factor*

Displacement

Perpindahan/lendutan adalah perubahan bentuk pada benda kerja dalam arah y (vertikal) akibat adanya pembebanan yang diberikan pada benda kerja tersebut [7]. *Displacement* dapat diketahui apabila terjadi deformasi pada benda kerja. Terlepas dari seberapa besar gaya pada material, material akan tetap mengalami perubahan bentuk dan dimensi struktur. Perubahan aktual ini dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu perubahan bentuk plastis dan elastis. Peningkatan beban pada material yang telah mengalami kekuatan paling tinggi tidak mungkin dilakukan, karena pada kondisi ini material telah mengalami perubahan bentuk total atau deformasi total.

Safety Factor

Faktor keamanan (*safety factor*) adalah faktor yang digunakan untuk menilai sehingga persiapan komponen mesin terjamin keamanannya dengan dimensi komponen yang rendah. Nilai *safety factor* dikatakan berhasil apabila memiliki nilai diatas 1,0 untuk menghindari suatu kegagalan struktur. Adapun rumus untuk mengetahui nilai *safety factor* yang didapatkan adalah sebagai berikut [8].

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_e} \quad (6)$$

Keterangan:

η : *safety factor*

S_y : *yield strength* (Mpa)

σ_e : *von Mises stress* (Mpa)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Komponen Poros Eksentrik

Pengujian menggunakan metode elemen hingga yang dilakukan pada komponen poros eksentrik menggunakan *software* CATIA V5 dengan variasi dimensi menghasilkan data pengujian pada Tabel 2.

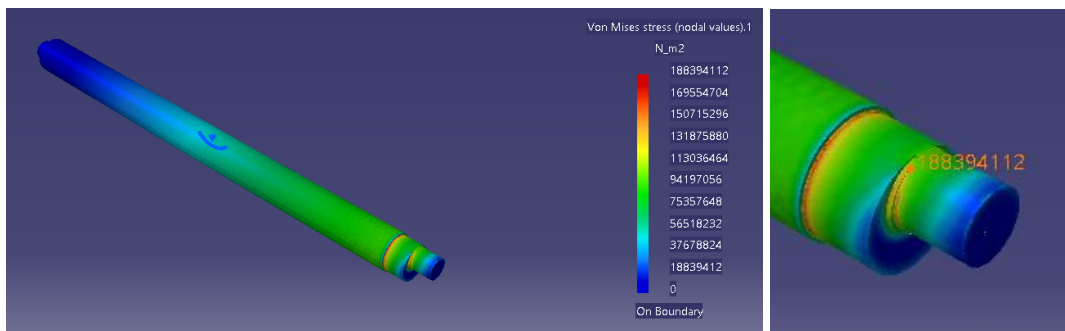
Tabel 2. Hasil Simulasi pada Poros Eksentrik

Kode	Dimensi (mm)	Static Analysis		Safety Factor
		von Mises (MPa)	Displacement (mm)	
PE1	15x15	188,39	0,31496	2,379
PE2	15x15x0,5x1,0	184,63	0,29859	2,427
PE3	17x15x0,5x1,0	183,14	0,23576	2,447
PE4	17x13x0,5x1,5	178,92	0,22042	2,505

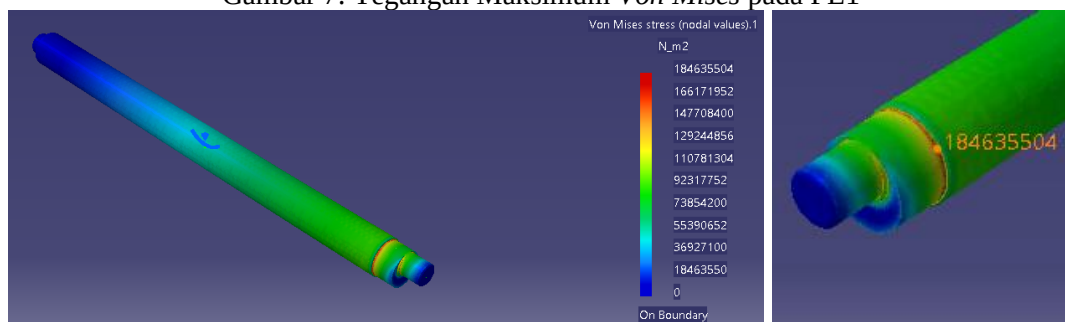
Keterangan:

- PE1 : Poros eksentrik desain awal
- PE2 : Poros eksentrik variasi 1
- PE3 : Poros eksentrik variasi 2
- PE4 : Poros eksentrik variasi 3

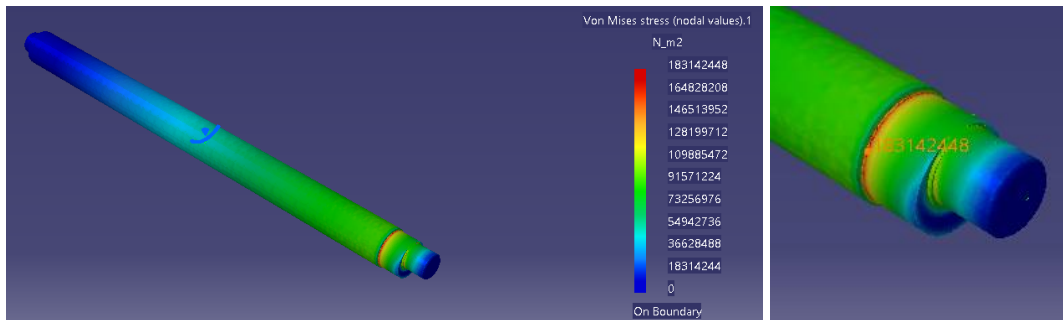
Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 2 dan Gambar 7-14 menunjukkan bahwa variasi dimensi pada poros eksentrik menunjukkan nilai tegangan yang berbeda tiap variasi dimensi. Nilai tegangan *von mises* pada PE1 mendapat nilai tertinggi yaitu 188,39 MPa. Sedangkan tegangan *von mises* pada PE4 mendapat nilai terendah yaitu 178,92 MPa.



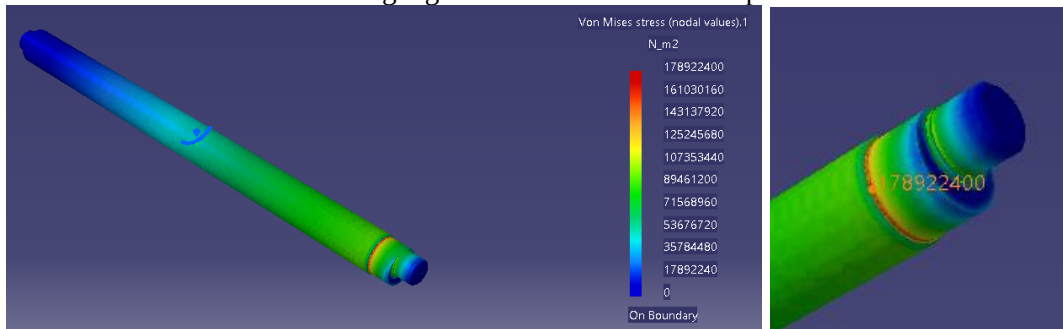
Gambar 7. Tegangan Maksimum Von Mises pada PE1



Gambar 8. Tegangan Maksimum Von Mises pada PE2

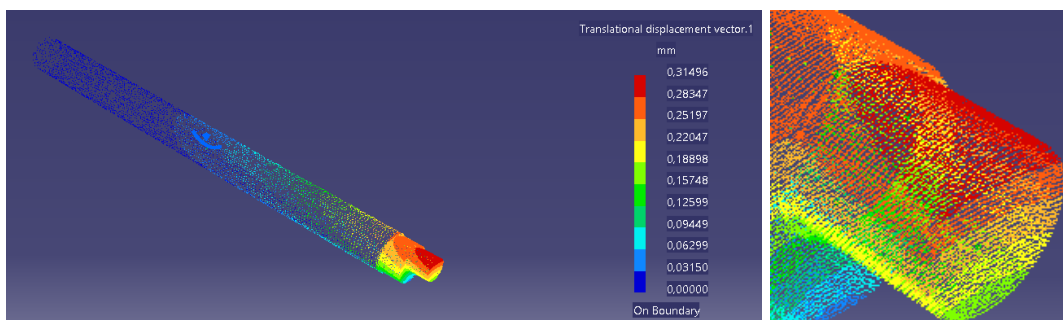


Gambar 9. Tegangan Maksimum *Von Mises* pada PE3

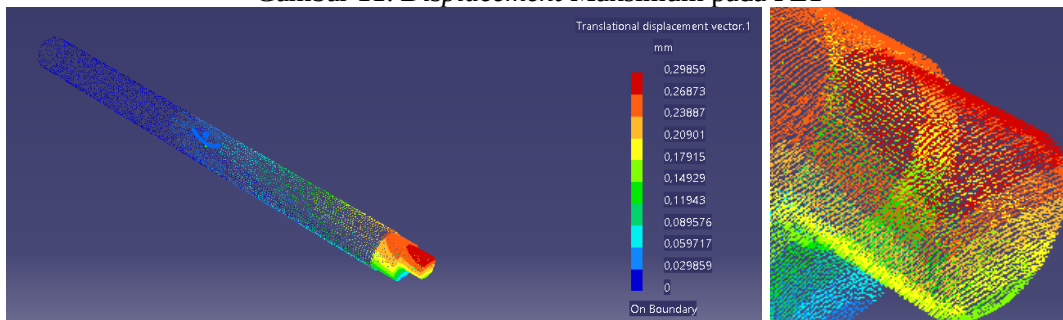


Gambar 10. Tegangan Maksimum *Von Mises* pada PE4

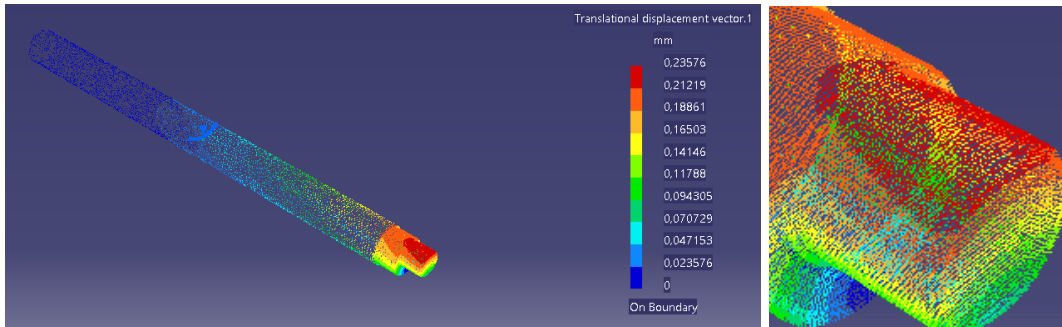
Berdasarkan hasil simulasi untuk mengetahui nilai *displacement* pada poros eksentrik, nilai deformasi poros eksentrik didapatkan hasil nilai *displacement* tertinggi adalah pada PE1 dengan nilai 0,31496 mm, sedangkan nilai *displacement* terendah adalah pada PE4 dengan nilai 0,22042 mm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai tegangan *von Mises* yang dihasilkan pada komponen poros eksentrik, maka semakin rendah pula nilai *displacement* yang dihasilkan. Selain itu, variasi dimensi juga memengaruhi nilai *displacement* yang dihasilkan dimana semakin besar dimensi maka semakin rendah nilai *displacement* yang dihasilkan.



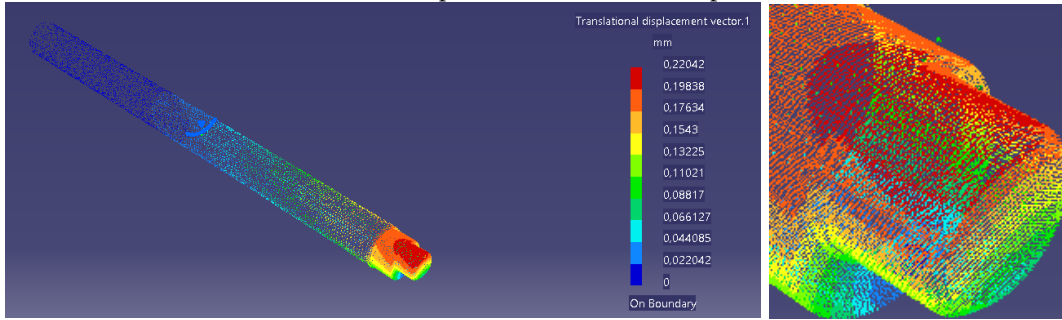
Gambar 11. *Displacement* Maksimum pada PE1



Gambar 12. *Displacement* Maksimum pada PE2



Gambar 13. *Displacement* Maksimum pada PE3



Gambar 14. *Displacement* Maksimum pada PE4

Nilai *safety factor* didapatkan berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan 6 dimana nilai *yield strength* material ST 60 per tegangan *von Mises* yang dihasilkan sehingga didapat nilai tertinggi yaitu pada PE4 yang memiliki nilai tegangan *von Mises* 178,92 MPa yaitu 2,505 artinya poros ini dapat menahan 2,5 kali beban dan torsi yang terjadi, sedangkan nilai *safety factor* terendah pada dimensi awal PE1 dengan nilai tegangan *von Mises* 188,39 MPa yaitu 2,379. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai tegangan *von Mises* yang terjadi pada poros maka nilai *safety factor* semakin tinggi.

Hasil Analisis Komponen Docta Eksentrik

Pengujian menggunakan metode elemen hingga yang dilakukan pada komponen docta eksentrik menggunakan *software* CATIA V5 dengan variasi dimensi menghasilkan data pengujian pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Simulasi pada Docta Eksentrik

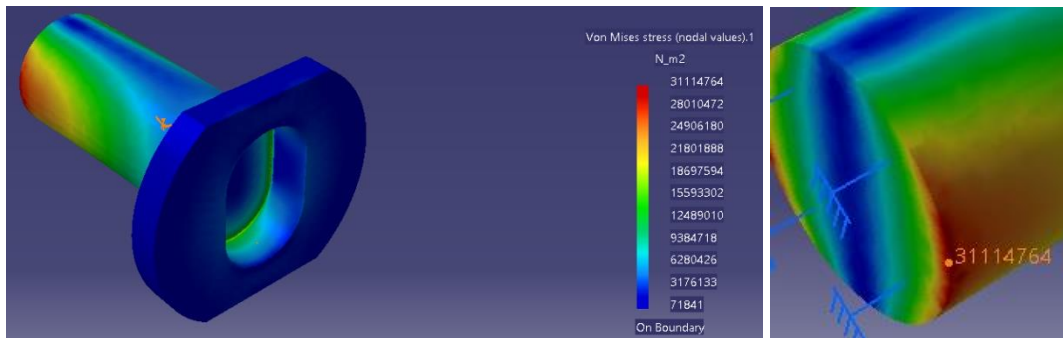
Kode	Dimensi (mm)	Static Analysis		Safety Factor
		<i>von Mises</i> (MPa)	Displacement (mm)	
DE1	40x54x32x15	31,11	0,03118	14,406
DE2	42x56x32x15x2	27,76	0,025822	16,145
DE3	42x56x35x15x2	27,52	0,025997	16,286
DE4	44x58x35x13x2	24,29	0,021661	18,45

Keterangan:

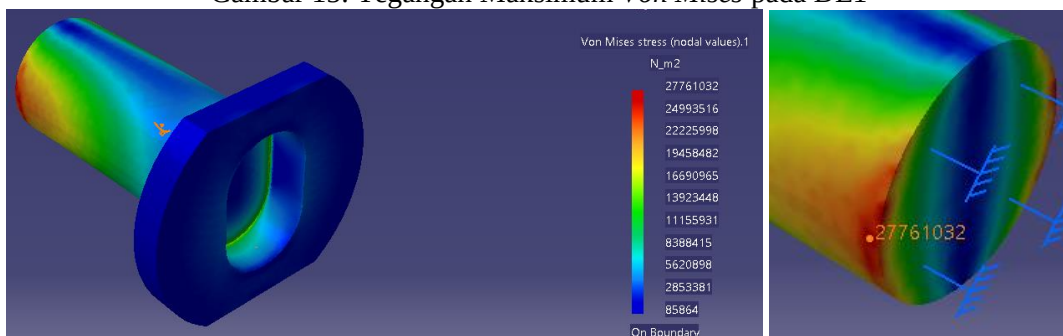
- DE1 : Docta eksentrik desain awal
- DE2 : Docta eksentrik variasi 1
- DE3 : Docta eksentrik variasi 2
- DE4 : Docta eksentrik variasi 3

Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 15-22 menunjukkan bahwa variasi dimensi pada docta eksentrik menunjukkan nilai tegangan yang berbeda tiap variasi dimensi. Nilai tegangan *von Mises* tertinggi adalah pada DE1 dengan nilai 31,11 MPa, sedangkan nilai tegangan *von Mises* terendah adalah pada variasi

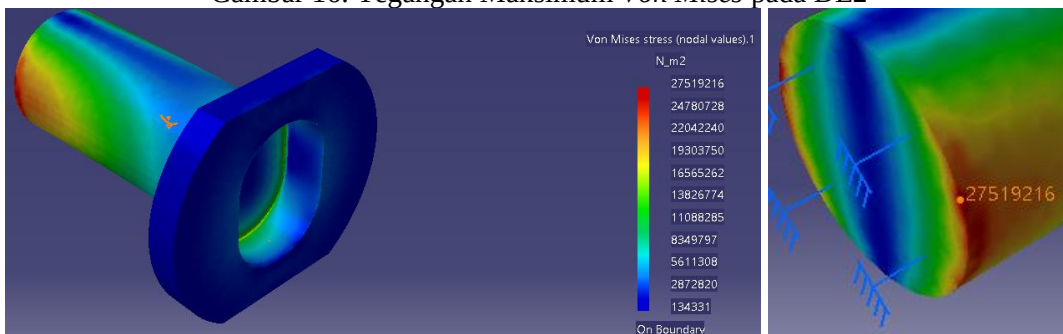
dimensi DE4 dengan nilai 24,29 MPa. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin meningkat variasi dimensi docta eksentrik maka semakin rendah nilai tegangan *von Mises* yang terjadi.



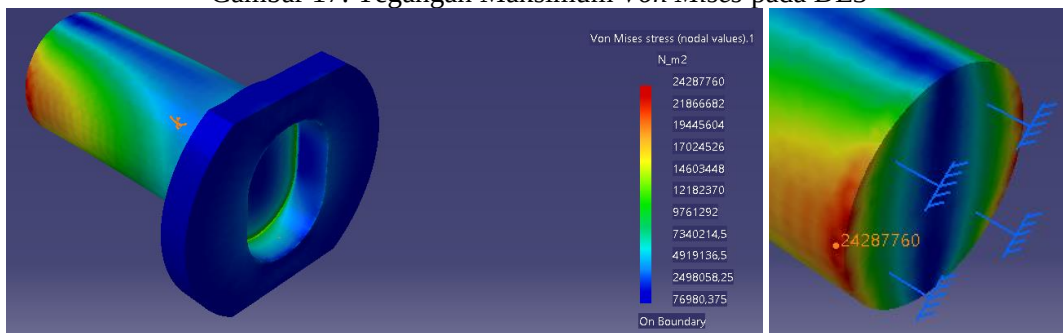
Gambar 15. Tegangan Maksimum *Von Mises* pada DE1



Gambar 16. Tegangan Maksimum *Von Mises* pada DE2

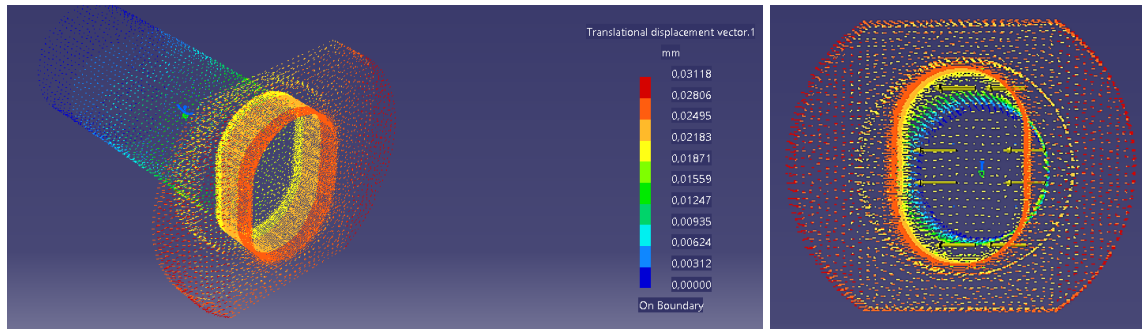


Gambar 17. Tegangan Maksimum *Von Mises* pada DE3

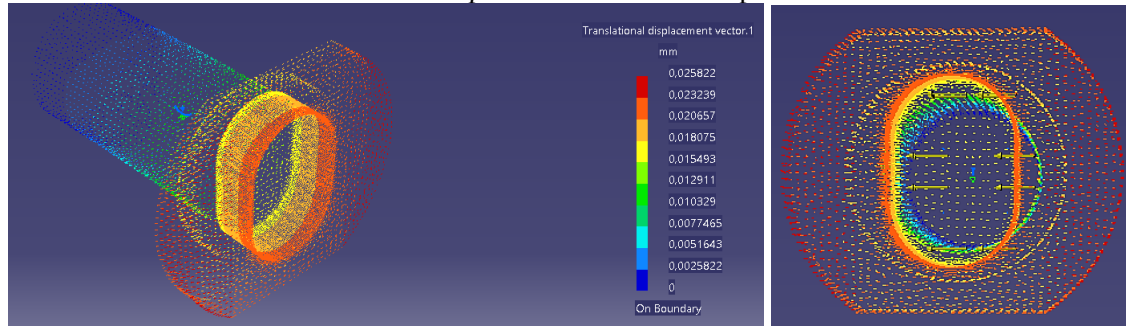


Gambar 18. Tegangan Maksimum *Von Mises* pada DE4

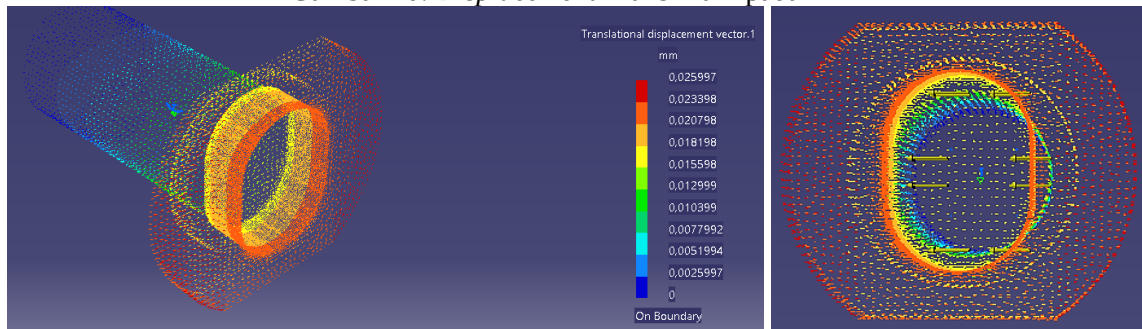
Nilai deformasi docta eksentrik didapat nilai *displacement* tertinggi adalah DE1 dengan nilai 0,03118 mm, sedangkan nilai *displacement* terendah adalah pada variasi dimensi DE4 dengan nilai 0,021661 mm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai tegangan *von Mises* yang terjadi pada komponen docta eksentrik, maka semakin rendah pula nilai *displacement* yang dihasilkan.



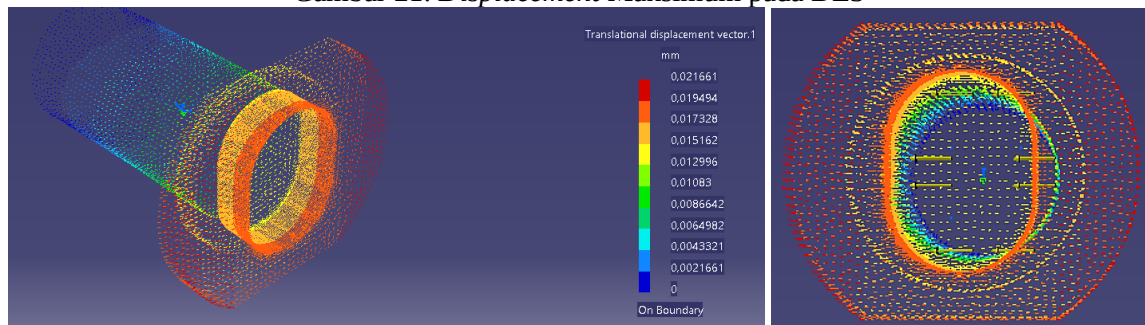
Gambar 19. *Displacement* Maksimum pada DE1



Gambar 20. *Displacement* Maksimum pada DE2



Gambar 21. *Displacement* Maksimum pada DE3

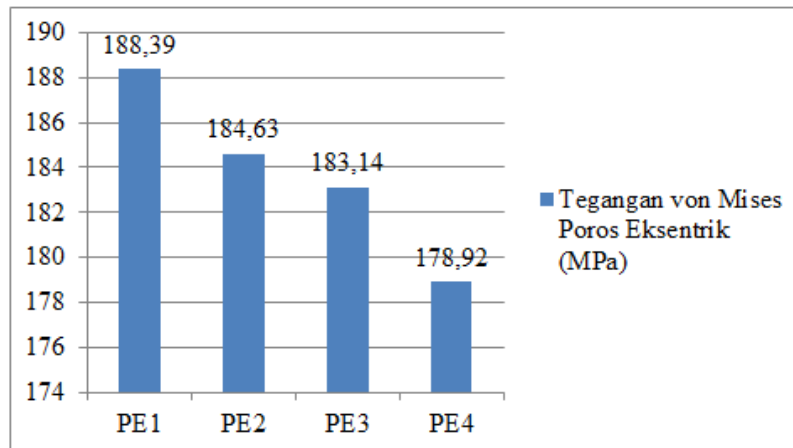


Gambar 22. *Displacement* Maksimum pada DE4

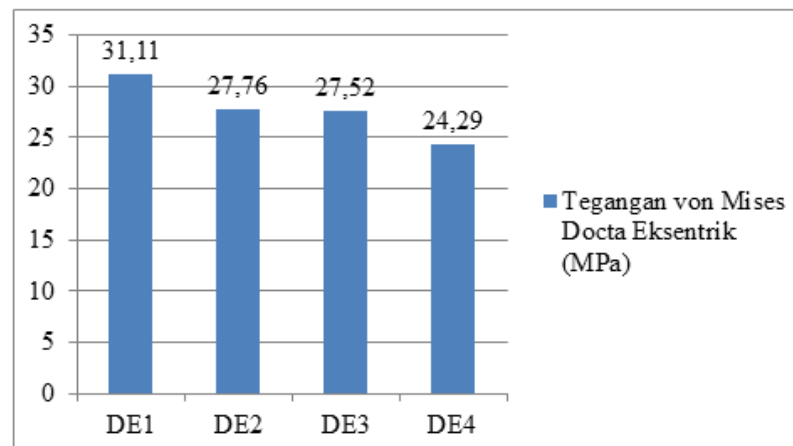
Nilai *safety factor* docta eksentrik didapatkan berdasarkan perhitungan menggunakan Persamaan 6 dimana nilai *yield strength* material ST 60 per tegangan *von Mises* yang dihasilkan, sehingga didapat nilai tertinggi pada variasi dimensi DE4 yang memiliki nilai tegangan *von Mises* 24,29 MPa yaitu 18,45, hal ini dapat diindikasikan bahwa desain docta eksentrik ini dapat menahan 18 kali beban dan torsi. Sedangkan nilai *safety factor* terendah pada dimensi awal DE1 dengan nilai tegangan *von Mises* 31,11 MPa yaitu 14,406 dimana dapat diindikasikan desain docta eksentrik dapat menahan 14 kali beban dan torsi yang terjadi. Desain DE1 masih dikatakan aman karena memiliki nilai *safety factor* diatas batas maksimum sehingga masih dapat diaplikasikan pada mesin *rotogravure*.

Analisis Data Hasil Simulasi

Berdasarkan Tabel 2 dan 3, diperlihatkan nilai tegangan *von Mises*, *displacement*, dan *safety factor* yang berubah tiap variasi desain, hal ini menjelaskan bahwa semakin besar desain struktur komponen maka memengaruhi hasil nilai tegangan *von Mises*, *displacement* dan *safety factor* dimana nilai tegangan *von Mises* menurun, *displacement* menurun, namun nilai *safety factor* akan meningkat.



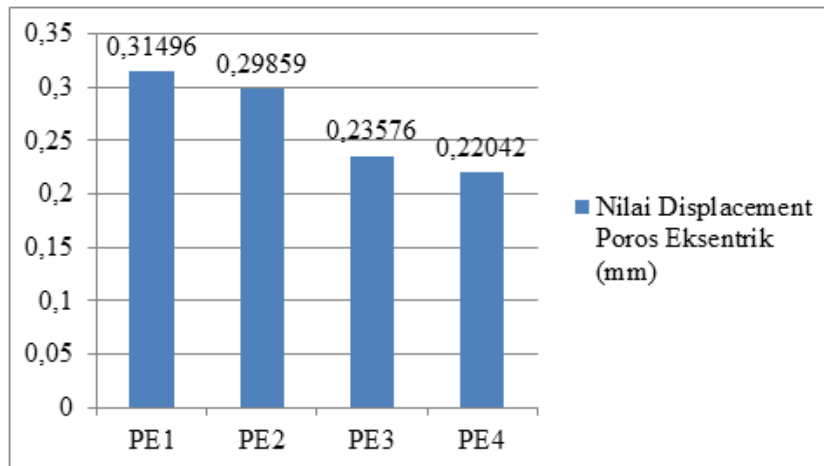
Gambar 23. Pengaruh Variasi Dimensi terhadap Nilai Tegangan *von Mises* Poros Eksentrik



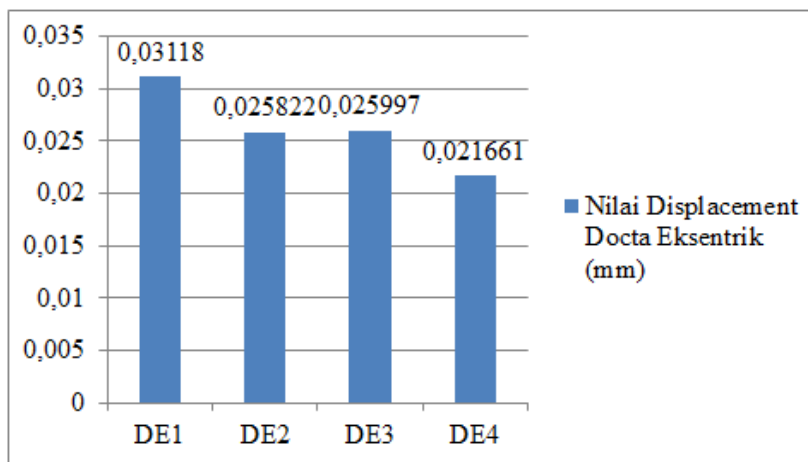
Gambar 24. Pengaruh Variasi Dimensi terhadap Nilai Tegangan *von Mises* Docta Eksentrik

Grafik pada Gambar 23 menunjukkan penurunan nilai tegangan *von Mises* karena variasi dimensi yang semakin besar pada struktur poros eksentrik hingga didapat nilai terendah adalah pada desain PE4 dengan nilai 178,92 MPa. Sedangkan grafik pada Gambar 24 menunjukkan penurunan nilai tegangan *von Mises* karena variasi dimensi yang semakin besar pada struktur docta eksentrik hingga didapat nilai terendah adalah pada desain DE4 dengan nilai 24,29 MPa.

Berdasarkan perhitungan nilai *safety factor*, dihasilkan bahwa nilai kegagalan pada komponen terjadi apabila nilai *Yield Tensile Strength* material sebesar 448,20 MPa lebih rendah dibandingkan dengan tegangan *von Mises* per *safety factor*. Tegangan yang terjadi apabila melebihi tegangan *yield* material, maka desain tidak aman dan tidak direkomendasikan [9]. Sehingga didapat hasil data terbaik adalah variasi PE4 dan DE4 karena desain paling optimum yang memiliki nilai tegangan *von Mises* paling rendah serta nilai tegangan *von Mises* di bawah nilai *yield* baja karbon ST 60.



Gambar 25. Pengaruh Variasi Dimensi terhadap Nilai *Displacement* Poros Eksentrik



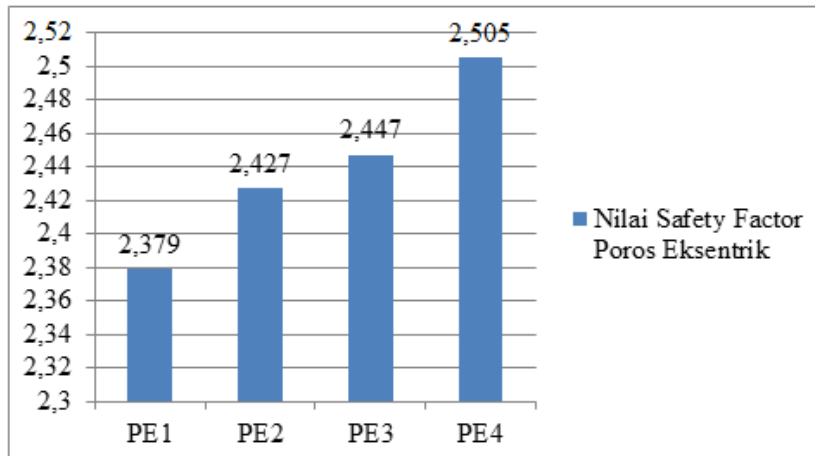
Gambar 26. Pengaruh Variasi Dimensi terhadap Nilai *Displacement* Docta Eksentrik

Grafik pada Gambar 25 menunjukkan penurunan nilai *displacement* karena variasi dimensi yang semakin besar pada struktur poros eksentrik hingga didapat nilai terendah adalah pada desain PE4 dengan nilai 0,22042 mm. Sedangkan grafik pada Gambar 26 menunjukkan penurunan nilai *displacement* karena variasi dimensi yang semakin besar pada struktur docta eksentrik hingga didapat nilai terendah adalah pada desain DE4 dengan nilai 0,021661 mm.

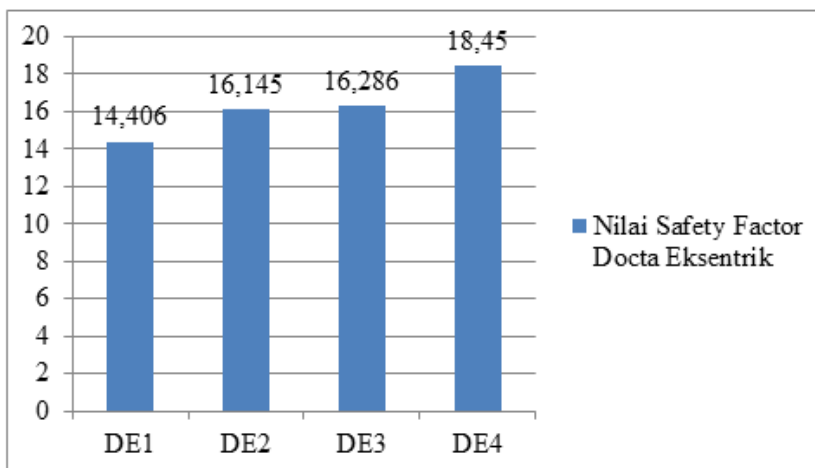
Hasil simulasi *displacement* menunjukkan nilai terendah adalah pada desain PE4 dan DE4 sehingga dapat diambil simpulan bahwa desain ini mengalami deformasi yang lebih rendah saat menahan pembebanan yang terjadi serta merupakan desain yang memiliki tingkat keamanan lebih besar dan optimum bila dibandingkan dengan variasi desain lainnya. Deformasi terjadi sebagai akibat material menerima gaya atau beban. Semakin kecil nilai deformasi, maka semakin kuat suatu material [10]. Sehingga didapat hasil data terbaik adalah variasi PE4 dan DE4 karena memiliki deformasi yang lebih rendah dibanding desain poros dan docta lainnya saat menahan model pembebanan yang terjadi.

Grafik pada Gambar 27 menunjukkan peningkatan nilai *safety factor* karena variasi dimensi yang semakin besar pada struktur poros eksentrik serta nilai tegangan *von Mises* yang menurun sehingga didapat nilai tertinggi adalah pada desain PE4 dengan nilai 2,505. Sedangkan grafik pada Gambar 28 menunjukkan peningkatan nilai *safety factor* karena variasi dimensi yang semakin besar pada struktur docta eksentrik serta nilai tegangan *von*

Mises yang menurun sehingga didapat nilai tertinggi adalah pada desain DE4 dengan nilai 18,45.



Gambar 27. Pengaruh Variasi Dimensi terhadap Nilai *Safety Factor* Poros Eksentrik



Gambar 28. Pengaruh Variasi Dimensi terhadap Nilai *Safety Factor* Docta Eksentrik

Berdasarkan hasil analisis nilai *safety factor*, nilai *safety factor* dinyatakan aman karena nilai tegangan *von Mises* per *safety factor* yang terjadi pada poros dan docta eksentrik lebih rendah dari nilai *yield strength*. Standar nilai *safety factor* atau tingkat keamanan yang diijinkan dalam penelitian ini adalah $\eta = 2,0 - 2,5$, atau lebih. Variasi desain yang diberikan dan jenis material yang digunakan dinyatakan aman apabila menunjukkan angka keamanan lebih dari 1 dari tegangan pada komponen poros dan docta eksentrik [11]. Desain dengan nilai *safety factor* tertinggi adalah PE4 dan DE4 dan merupakan desain yang aman dan optimum karena semakin tinggi nilai *safety factor*, maka semakin baik tingkat keamanan struktur komponen ketika menerima pembebanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil simpulan bahwa hasil data simulasi menunjukkan desain poros dan docta eksentrik yang efektif dan efisien serta yang paling aman yaitu PE4 dan DE4. Dimana desain PE4 memiliki nilai tegangan *von Mises* terendah yaitu 178,92 MPa, dan nilai *displacement* terendah yaitu 0,22042 mm, serta nilai *safety factor* tertinggi yaitu 2,505. Sedangkan desain DE4 memiliki hasil data simulasi nilai tegangan *von Mises* terendah yaitu 24,29 MPa, dan nilai *displacement*

terendah yaitu 0,021661 mm, dan nilai *safety factor* tertinggi yaitu 18,45. Perancangan dan proses manufaktur desain docta eksentrik ini lebih efisien waktu dibanding desain awal karena memiliki diameter poros yang lebih besar dibanding diameter penampang penahan pada docta, selain itu desain docta ini memiliki nilai *safety factor* diatas batas yang diijinkan sehingga dapat diaplikasikan pada mesin *rotogravure*.

REFERENSI

- [1] Pirogo, B. dan R. Rumita, “Penerapan Pemilihan Supplier Bahan Baku Besi Cor *Part Handle* Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (Studi Kasus: CV. Surya Cipta Inti Pratama, Semarang)”, *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 1-8, 2017.
- [2] Peshatwar, S. V., dan L. P.Raut, “*Design and Development of Fixture for eccentric shaft: A Review*”, *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, vol. 3, no. 1, pp. 1591-1596, 2013.
- [3] Kasaba, M., S. Tarakci, E. Isik, dan O. Akkas, “*A Correlation Study of an FEA Method Developed for Heavy Duty Driveshaft Applications*”, *EPSTEM*, vol. 7, pp. 315-320, 2019.
- [4] Jatnika, D., dan H. Mudasir, “Analisis Dampak Perubahan Volume Silinder Sepeda Motor 110 CC terhadap Kinerja”, *ISU TEKNOLOGI STT MANDALA*, vol. 16, no. 1, pp. 65-76, 2021.
- [5] Yuwono, C. dan T. Soehartanto, “Perancangan Sistem Pengaduk pada Bioreaktor Batch untuk Meningkatkan Produksi Biogas”, *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 2, no. 1, pp. 141-146, 2013.
- [6] Awali, J. dan Asroni, “Analisis Kegagalan Poros dengan Pendekatan Metode Elemen Hingga”, *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 39-40, 2013.
- [7] Pala’biran, O. A., R. S. Windah, dan R. Pandaleke, “Perhitungan Lendutan Balok Taper Kantilever dengan Menggunakan SAP2000”, *Jurnal Sipil Statik*, vol. 7, no. 8, pp. 1039-1048, 2019.
- [8] Imran, A. I dan Kadir. “Simulasi Tegangan *von Mises* dan Analisa *Safety Factor* *Gantry Crane* Kapasitas 3 Ton”, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 8, no. 2, pp. 1-4, 2017.
- [9] Ramkumar, R., Lenin,V.R, Krishnaraju.A, dan Senthilkumar.M, “*Finite Element Analysis and Optimization of Crank Shaft of Briquette Machine*”, *International Journal of Engineering Trends and Technology*, vol. 21, no. 1, pp. 12-18, 2015.
- [10] Wibawa, L. A. N, “Desain dan Analisis Tegangan Alat Pengangkat Roket Kapasitas 10 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga”, *JETM*, vol. 02, no. 1, pp. 23-26, 2019.
- [11] Prasetyo, A. B., Kartinasari A. S., Sigiet H. O., dan Sutrisna, “Desain dan Analisis Pengaruh Variasi Gaya Tekan pada Allen Key menggunakan Metode *Finite Element Analysis*”, *SJME KINEMATIKA*, vol. 7, no. 1, pp. 39-52, 2022.