

OPTIMALISASI STRUKTURAL PADA HANDLE KOPLING SEPEDA MOTOR

Agit Sakti Nur Kholis^{1*)}, Fandi Achmad¹⁾, Aan Yudianto²⁾,
I Wayan Adiyasa²⁾, Moch. Solikin²⁾

¹⁾ Program Studi D4 Mesin Otomotif, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta

²⁾ laboratorium Desain Otomotif, Universitas Negeri Yogyakarta, Wates

*Email Korespondensi: agitsakti.2019@student.uny.ac.id

ABSTRAK

Handle kopling merupakan komponen yang terdapat pada sepeda motor manual, yang digunakan sebagai tempat penghubung mesin dengan transmisi. Handle kopling sendiri harus juga didesain dengan seringan mungkin, kuat dan juga memiliki nilai ergonomic bagi penggunaannya. Tujuan penelitian ini yakni untuk memodifikasi desain handle kopling dengan menggunakan metode *Optimasi topology*. *Optimasi topology* merupakan metode yang digunakan untuk mengoptimalkan bentuk dari komponen yang akan dibuat yang berupa pertimbangan batasan dari disain, kondisi pembebanan tertentu dll secara matematis. Hasil dari optimasi handle kopling ini mampu mengurangi masa sebanyak 67,12% dengan hasil akhir *safety factor* sebesar 1,9568.

Kata kunci: *Cluth lever, safety factor, topology optimization, design*

ABSTRACT

The clutch handle is a component found on manual motorbikes, which are used as a connection between the engine and the transmission. The clutch handle itself must also be designed as light as possible, strong and also have ergonomic value for the user. The purpose of this study is to modify the clutch handle design using the topology optimization method. Topology optimization is a method used to optimize the shape of the components to be made in the form of considerations of the boundaries of the design, certain loading conditions, etc. mathematically. The results of the optimization of the clutch handle are able to reduce the mass as much as 67.12% with the final result of the safety factor of 1.9568.

Keywords: *Cluth lever, safety factor, topology optimization, design*

PENDAHULUAN

Handle kopling merupakan bagian penting dari sistem kontrol manual pemindah gigi pada transmisi (otomotif.okezone.com, 2016). Komponen ini perlu diperhitungkan factor keamanan agar tidak terjadi sesuatu yang tidak diinginkan. Handle kopling mempunyai bentuk yang beragam, dari keragaman bentuk itu mempengaruhi berat dan factor keamanannya. Dalam beberapa kasus handle kopling bisa patah jika terlalu kuat menariknya. Hal ini sangat berbahaya karena pengendara motor menjadi sulit untuk mengubah gigi dan dapat merusak gigi transmisi pada kendaraan jika dipaksakan.

Handle kopling juga dapat mempengaruhi berat kendaraan jika pada pemilihan bahan dan desainnya salah. Jika kendaraan bertambah berat tentu mempengaruhi asselerasi dan kecepatan kendaraan, oleh karena itu pemilihan bahan dan desain komponen harus tepat.

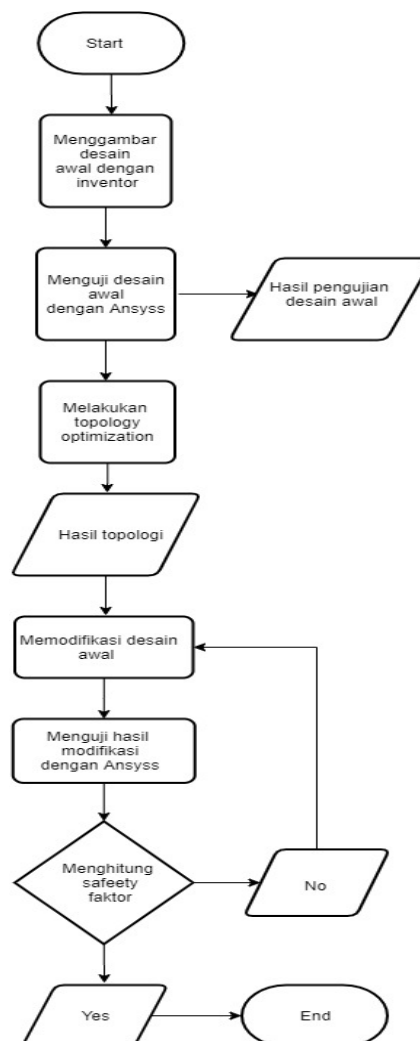
Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan hal serupa pada beberapa komponen di bidang Teknik. Diantaranya Penelitian dengan metode optimasi desain yang bertujuan mengurangi massa struktur dilakukan oleh [3] yang terdapat pada penelitiannya yang berjudul *Structural Analysis of Truck Chassis Frame and Design*

Optimization for Weight Reduction serta optimasi desain *bucket tooth excavator* [5]. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat handle kopling yang mempunyai berat seringan-ringannya dan mempunyai factor keamanan yang kuat. Begitu pula [4] menjelaskan bahwa pengembangan struktur dengan metode optimasi bertujuan untuk mengurangi massa tapi tetap memenuhi standar keamanan. Tentu saja desain dari komponennya harus unik agar dapat menarik perhatian.

METODE PENELITIAN

Pada optimalisasi struktural dari handle kopling ini dapat diujikan melalui *software Ansys* pada computer atau laptop dan dibantu dengan beberapa macam software CAD (*Computer Aided Design*).

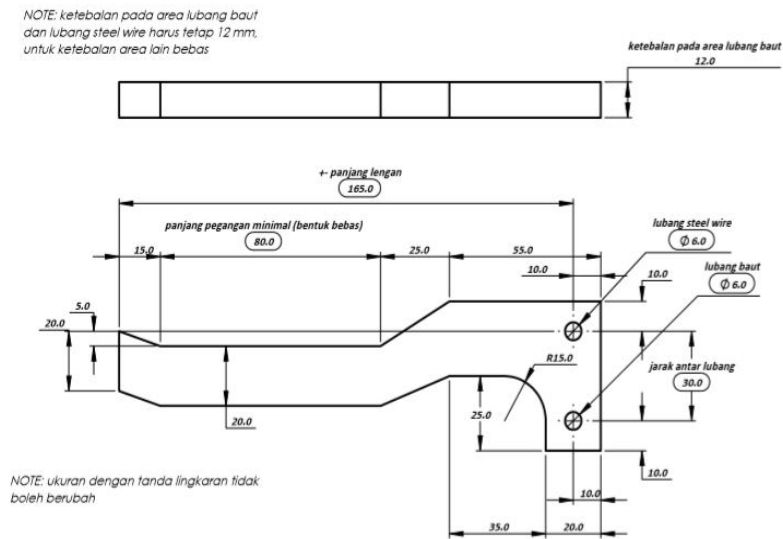
Diagram alir



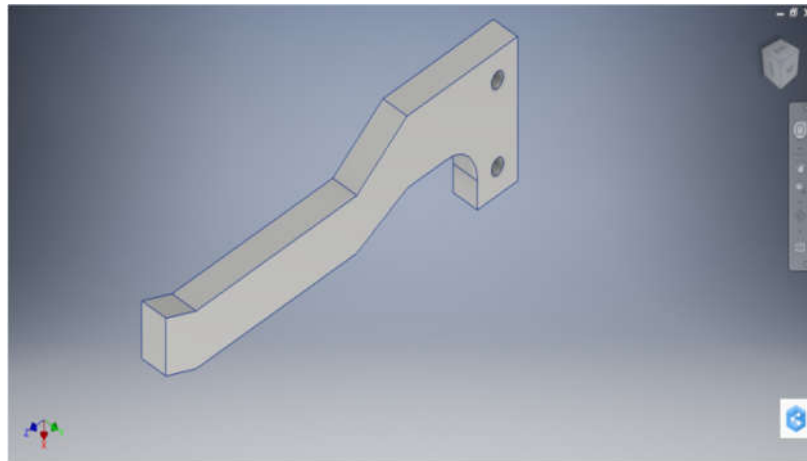
Gambar 1. Diagram alir *optimasi topology* pada handle kopling sepeda motor

Penjelasan Model

Komponen yang digunakan pada pengujian ini adalah *clutch lever* atau handle kopling sepeda motor yang didisain menggunakan *software inventor* dengan bentuk yang masih sederhana beserta ukuran untuk pendesainan, belum dilakukan pemodelan.



Gambar 2. Ukuran *Clutch Lever*



Gambar 3. Disain *Clutch Lever* Awal

Material yang digunakan untuk pengujian yakni dengan material *Alumunium alloy* dengan detail material dapat dilihat pada table berikut

Tabel 1. Material Properties

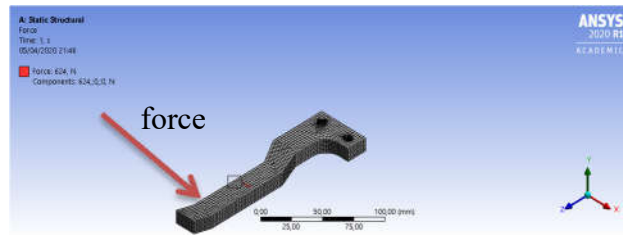
No	Properties	Nilai	Satuan
1	<i>Modulus young</i>	71000	Mpa
2	<i>Possion ratio</i>	0,3	-
3	<i>Material density</i>	2770	Kg/m ³
4	<i>Tensile Yield Strength</i>	280	Mpa
5	<i>Tenstile Ultimate Strength</i>	310	MPa

Kondisi Pembebanan

Kondisi pembebanan pada saat pengujian terdapat di beberapa letak pada clutch lever, diantaranya adalah

1. Penepatan *force*

Force atau yang disebut juga dengan gaya tekan, pada simulasi letak *force* diberikan pada tempat cengkraman tangan di handle kopling yang dapat diperjelas dengan menggunakan skema gambar seperti berikut.

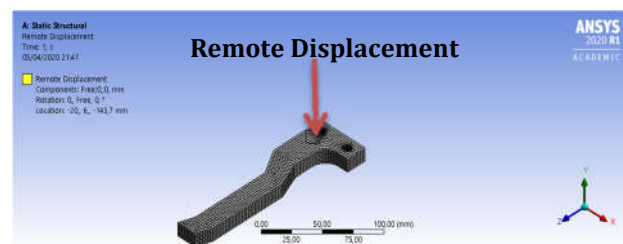


Gambar 4. Penempatan *force*

Keterangan gambar: *force* diletakan di tempat tangan mencekam *clutch lever* sebesar 624 N ke arah sumbu X.

2. Penempatan *remote displacement*

pada *remote displacement* digunakan dengan tujuan mengatur arah benda yang diuji yakni pada sumbu yang telah tertera diantaranya pada sumbu X,Y dan Z saat setelah diberikan gaya tertentu. Namun pada simulasi kali ini untuk mengatur *remote displacement* tersebut di setting dengan ketentuan sebagai berikut. *Displacement* = X: *free*; Y: 0; Z:0 dan *rotation* = X:0; Y:*free*; Z:0, maka penjelasannya yakni arah gerak benda yang disimulasi kemudian diberikan gaya, maka arah gerak benda tersebut menuju ke sumbu X, dan untuk *rotation* disetting sumbu Y: *Free*, artinya pada sumbu Y tersebut merupakan arah poros untuk perputaran benda tersebut setelah diberikan gaya. Berikut penjelasan gambar yang menunjukkan letak *remote displacement*.

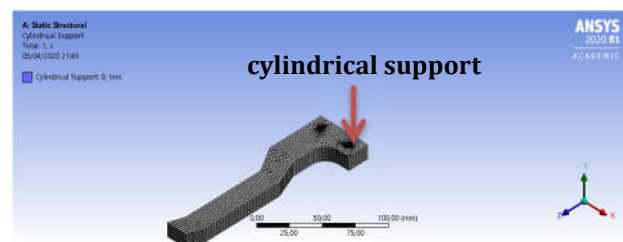


Gambar 5. Penempatan *Remote Displacement*

Keterangan Pada *Remote Displacement* Diletakan Pada Lubang Untuk Kabel Handle Kopling.

3. Penempatan *cylindrical support*

Adanya *cylinder support* yakni sebagai koneksi antara dua buah komponen yang diizinkan untuk dapat berputar yang ditempatkan pada lubang baut, dimana dua komponen tersebut yakni *clutch lever* dan baut.



Gambar 6. Penempatan *cylindrical support*

Keterangan gambar pada *cylindrical support* diatur dengan ketentuan berikut

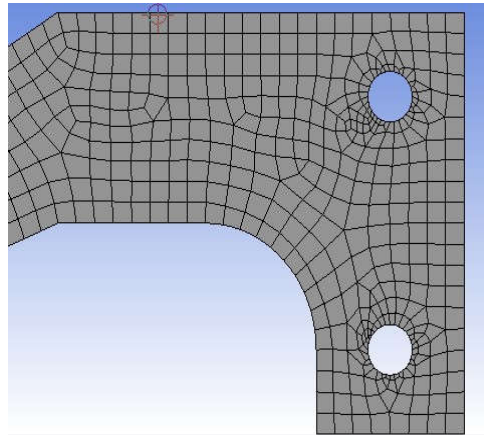
1. Radial = *fixed*
2. Axial = *fixed*
3. Tangensial = *free*

Pada tangensial dikatakan *Free* karena agar gerak *clutch* sesuai dengan gerak putar tangensial,

Data Mesh atau Static Structural Analysis

Tabel 2. Mesh dan Massa clutch lever

No	Nama	Besar	Unit
1	<i>Nodes</i>	18313	-
2	<i>Element</i>	3625	-
3	Massa	0,1438	Kg
4	Volume	51951	mm ³



Gambar 7. Bentuk mesh Right prism dan Irregular hexahedral

Topology Optimization

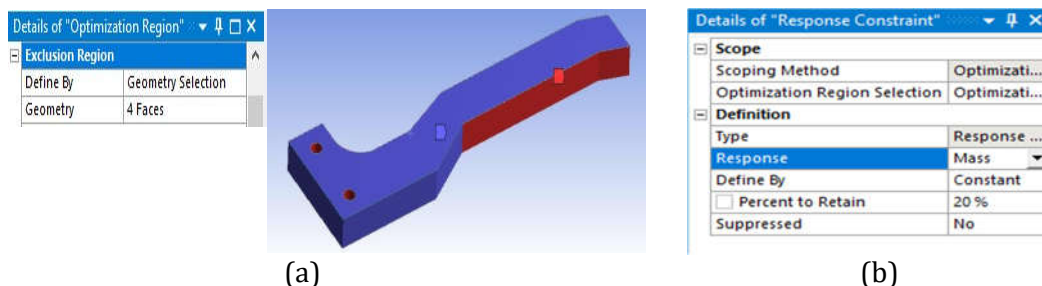
Untuk mencari *topology optimization* ini masih dengan bantuan *software* ansys, dimana hasil *topology optimization* tersebut digunakan sebagai acuan saat melakukan pendesainan suatu komponen. Tujuan *topology optimization* sendiri yakni untuk mengurangi masa dari komponen yang akan diuji namun masih tetap mempertimbangkan dari segi kekuatan komponen tersebut. Bagian atau part yang perlu diperhatikan saat menentukan *topology optimization* diantaranya:

1. optimization region

Untuk mengatur pada bagian atau area komponen agar massa tidak berkurang pada area tersebut saat melakukan perubahan bentuk *topology*. Bagian yang tidak dihilangkan yakni pada bagian handle tangan agar disesain tetap *safety* bagi penggunaanya atau *customer*. Untuk penjelasan setting pada *software* dijelaskan pada gambar (a).

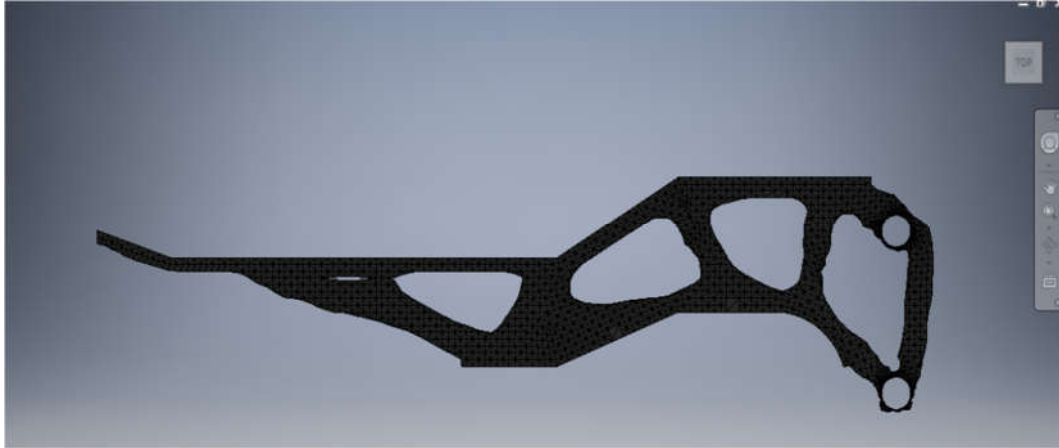
2. response constraint

Tujuannya untuk mengatur berapa persen massa yang akan dihilangkan, dimana dapat diatur pada *percent to retain* pada gambar (b) dan *response constraint* diatur pada massanya 30% dari massa awal.



Gambar 8. Penjelasan Setting, (a) Optimization Region, (b) Response Constraint

Setelah melalui beberapa proses maka *software* akan memberikan sebuah gambaran disain dari *clutch lever* atau handle kopling, berikut disain yang disarankan oleh *software* ansys.



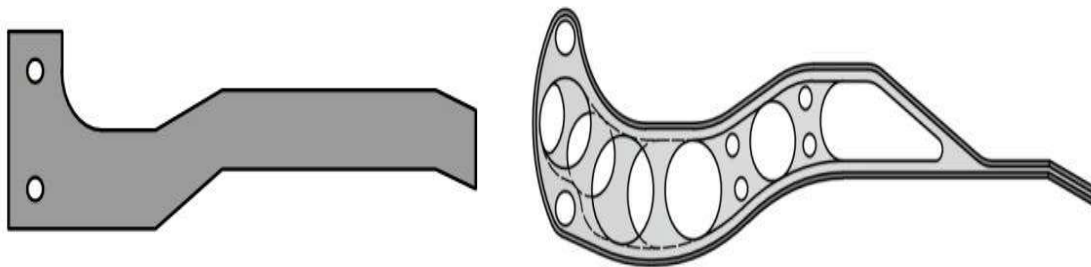
Gambar 9. Hasil *Topology Optimization* Ansys

Dengan demikian desainer telah memiliki gambaran untuk membuat atau mendesain *clutch lever* atau handle kopling. Pendisainan bisa melalui beberapa *software* CAD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari metode yang dilakukan untuk mengoptimisasi struktur dari handle kopling terdapat beberapa perbandingan dari segi berat atau perubahan massa, *stress*, *total deformation*, dan juga *safety factor*.

Perbandingan bentuk desain *clutch lever*



(A) *preliminary design*

(B) *final design*

Gambar 10. Perbandingan bentuk (A) *preliminary design* dan (B) *final design*

Perbandingan Massa dan Volume

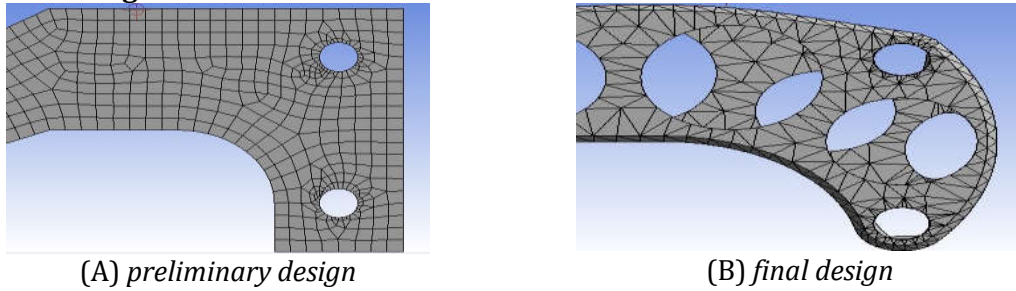
Tabel 3. Perbandingan massa dan volume

<i>Preliminary design</i>		<i>Final design</i>	
Volume	51951 mm ³	Volume	17083 mm ³
Massa	0,1439 kg	Massa	4,732e-002 kg

Model awal mempunyai volume 51951 mm³ sedangkan model modifikasi mempunyai volume 17083 mm³, selisih dari volume kedua model adalah 34868 mm³.

Perbandingan Mesh, Nodes, dan Elements

1. Perbandingan bentuk mesh



Gambar 11. Perbandingan mesh (A) *preliminary design* dan (B) *final design*

Mesh pada model awal mempunyai *Right prism* dan *Irregular hexahedral* sedangkan model modifikasi mempunyai bentuk *tetrahedral*.

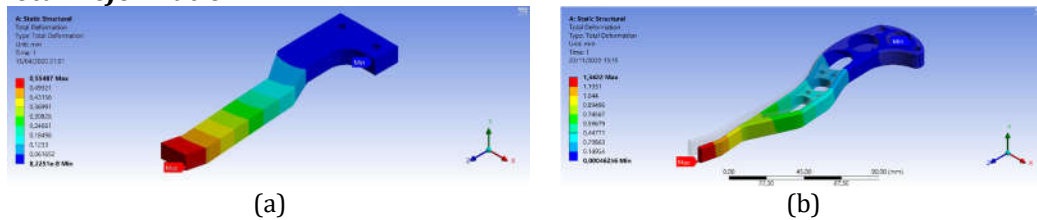
2. Perbandingan data mesh dan nodes

Table 4. perbandingan data mesh dan nodes

<i>Preliminary design</i>		<i>Final design</i>	
<i>Element</i>	5782	<i>Element</i>	9625
<i>Nodes</i>	28374	<i>Nodes</i>	18632

Perbandingan hasil evaluasi pengujian

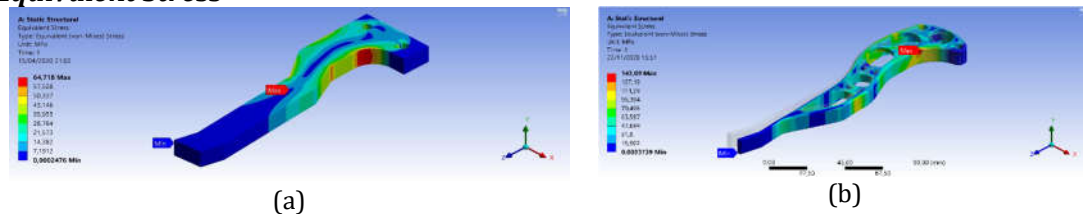
1. Total Deformation



Gambar 12. Total Deformation, (a) *Preliminary Design*, (b) *Final Design*

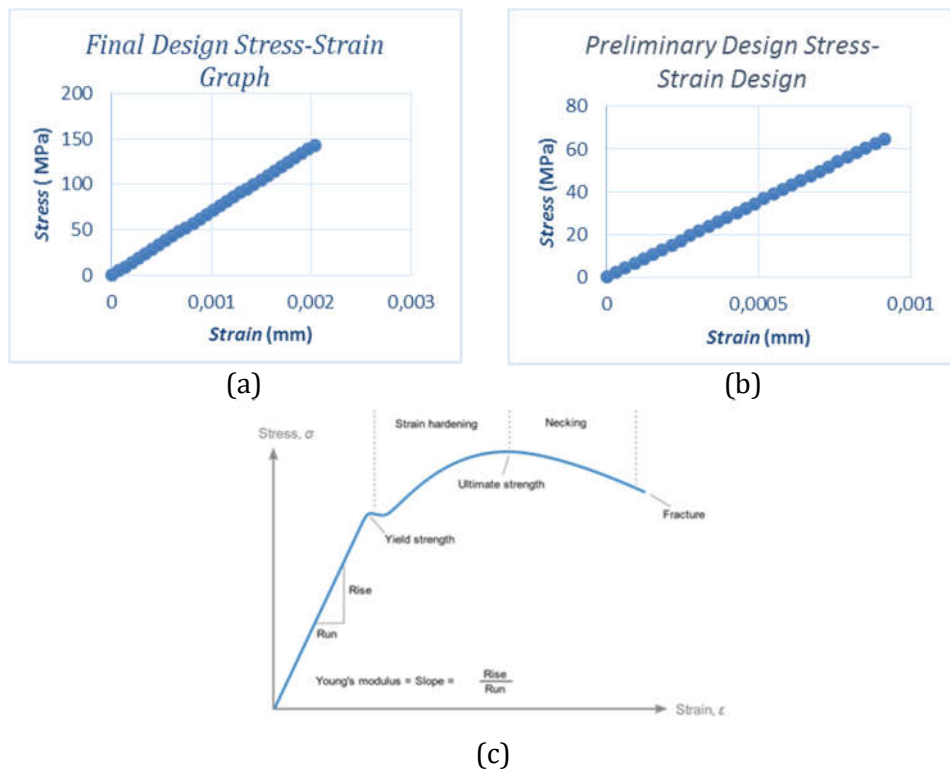
Total deformasi pada *final design* lebih panjang dibanding *preliminary design*. Selisihnya adalah 0,7874 mm. Letak masing-masing total deformasi yakni pada ujung *clutch lever*, dan memiliki nilai diantaranya *preliminary design* (0,5548mm) dan *final design* (1,3422).

2. Equivalent Stress



Gambar 13. Equivalent Stress, (a) *Preliminary Design*, (b) *Final Design*

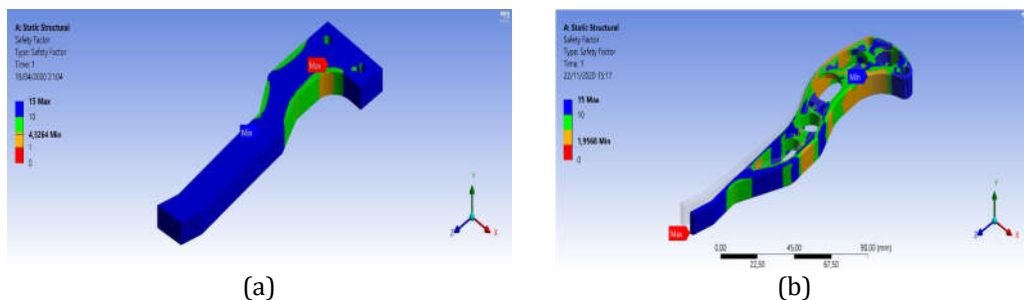
Equivalent Stress pada *final design* lebih besar dibandingkan *preliminary design*. Selisihnya adalah 78,372 MPa. Penjelasan dari gambar diatas terdapat letak stress maksimum dari *preliminary design* dan *final design*. Untuk dapat meminimalisir stress maka komponen dapat dibuat menjadi lebih landai atau tidak membentuk sebuah sudut. Data pada gambar diatas juga menyebutkan nilai *stress max* setiap komponen *preliminary design* (64,718 MPa) sedangkan pada *final design* (143,09 MPa).



Gambar 14. Grafik *Stress-Strain* I, (a) *Final design*, (b) *Preliminary Design*, (c) *Stress-Strain Curve*

Dari kedua grafik (a) dan (b) diatas menunjukkan garis yang linier sesuai pada gambar (c). penjelasan mengenai gambar (c) dimana grafik masih membentuk garis linier berarti masih aman, karena pada titik *Yield Strength* menunjukkan batas kekuatan dari material *Aluminium Alloy*.

3. Safety Factor



Gambar 15. *Safety Factor*, (a) *Preliminary Design*, (b) *Final Design*

Metode perhitungan pada *safety factor* secara manual

$$\text{Safety factor pada preliminary design} = \frac{280}{64,718} = 4,3265$$

$$\text{Safety factor pada final design} = \frac{280}{143,09} = 1,9568$$

Dari sistematika diatas dikatakan bahwasannya nilai stress sangat mempengaruhi hasil dari *safety factor*. Pada *yield stress* sendiri terdapat pada data material *aluminium alloy* yakni nilai maksimal *yield stress* mencapai 280 Mpa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan simulasi pengujian beserta pendesainan *clutch lever* dengan bantuan *software* massa dari *clutch lever* atau handle kopling dapat turun 67,12% dari masa awal. Pada data diatas menunjukkan nilai *stress* pada *final design* lebih tinggi dibandingkan pada *preliminary design* namun belum melewati batas dari *yield strength* dari *Alumunium alloy* dalam arti komponen masih *safety* pada saat penggunaannya, serta dilampirkan pula nilai *safety factor* sebesar 1,9568, dimana nilai tersebut masih cukup aman karena melebihi 1. Adanya metode *topology optimization* maka desainer dimudahkan dengan beberapa faktor untuk kelayakan dari komponen yang dibuat, dengan pengujian menggunakan *software*. Aktivitas selanjutnya yang akan dilakukan adalah studi kemampuan pengerjaan pada tahap produksi dan verifikasi model tahap laboratorium dengan metode eksperimen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan sebesar-besarnya kepada Bapak Aan Yudianto, I Wayan Adiyasa beserta Bapak Moch. Solikin selaku dosen pembimbing yang merupakan bagian dari tim Laboratorium Desain Otomotif pada Program Studi Sarjana Terapan Mesin Otomotif Universitas Negeri Yogyakarta dan kepada seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Artikel web dengan judul "Fungsi Handle Kopling di Sepeda Motor". Otomotif.okezone.com. 17 Februari 2016. 20 November 2020. <https://otomotif.okezone.com/read/2016/02/17/15/1314800/fungsi-kopling-di-sepeda-motor>
- [2] Paridawati, P. Analisis Kopling Sepeda Motor Dengan Menggunakan Sistem Hidrolik. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma" 45" Bekasi, 1(2), 98026.
- [3] Patel, H., K. C. Panchal dan C. S. Jadav. 2013. Structural Analysis of Truck Chassis Frame and Design Optimization for Weight Reduction. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) 2(4): 665-668.
- [4] Cavazzuti, M., A. Baldini, E. Bertocchi, D. Costi, E. Torricelli, dan P. Moruzzi. 2011. High Performance Automotive Chassis Design: A Topology Optimization Based Approach. Structural and Multidisciplinary Optimization 44(1): 45-56.
- [5] Suryo, S. H., Sastra, R. S., & Muchammad, M. Optimasi Desain Bucket Tooth Excavator Jenis Verona PC200 Menggunakan Optimasi Topologi dan Metode Elemen Hingga. ROTASI, 21(4), 237-243.
- [6] Ismail, R., Sitanggang, F. A., & Ariyanto, M. Analisis Kekuatan Struktur Wreable Elbow Exoskeleton untuk Penderita Kelumpuhan Gerak Siku Menggunakan Finite Element Method (FEM). ROTASI, 21(3), 193-199.
- [7] Wang, M. Y., Wang, X., & Guo, D. (2003). A level set method for structural topology optimization. Computer methods in applied mechanics and engineering, 192(1-2), 227-246.
- [8] Li, Y., Zhu, J. H., Zhang, W. H., & Wang, L. (2018). Structural topology optimization for directional deformation behavior design with the orthotropic artificial weak element method. Structural and Multidisciplinary Optimization, 57(3), 1251-1266.

