



Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri (SINTA)

Homepage: sinta.eng.unila.ac.id



Optimasi struktur footstep belakang sepeda motor menggunakan finite element method

Kaevian Nafa Bangunmas¹, Hanggar Setya Novanto², Rizki Rido Utomo³, Dhany Arie Saputra⁴
Moch Solikin⁵, Aan Yudianto⁶

¹Program Studi Sarjana Terapan Mesin Otomotif Uversitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo Yogyakarta No.1, Karang Malang, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Riwayat artikel:

06/09/2022

11/11/2022

Kata kunci:

Footstep

Massa

Safety Factor

Topology Optimization

Footstep merupakan komponen yang terdapat pada sepeda motor yang digunakan sebagai tempat pijakan kaki. *Footstep* sendiri juga harus didesain seringan mungkin, kuat dan juga memiliki nilai ergonomis bagi penggunaannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memodifikasi desain *footstep* dengan menggunakan metode *topology optimization*. *Topology optimization* adalah metode yang digunakan untuk mengoptimalkan bentuk komponen yang akan dibuat berupa pertimbangan batas desain, kondisi pembebanan tertentu secara matematis. Hasil optimasi *Footstep* mampu mereduksi *massa* dan *volume* dengan hasil akhir *safety factor* sebesar 7,0329 dengan demikian dengan berkurangnya penggunaan bahan baku maka terjadinya penurunan anggaran produksi *Footstep* dengan kekuatan yang sama namun lebih ringan.

1. Pendahuluan

Footstep atau pijakan kaki sering diabaikan oleh pengendara sepeda motor hingga aus atau rusak. Fungsi utamanya memang sebagai dukungan kaki saat di atas motor, namun ternyata ada fungsi lain, yaitu menjaga keseimbangan saat berkendara (liputan6.com, 16/3/2018). Komponen ini perlu diperhatikan sebagai faktor keamanan agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan. *Footstep* memiliki berbagai varian mulai dari keragaman bentuk yang mempengaruhi berat dan faktor keamanan. Dalam beberapa kasus, *footstep* bisa patah jika diberi beban yang berlebih. Hal ini sangat berbahaya karena mengancam keselamatan pengendara sepeda motor. Meski hanya diinjak, *footstep* alias pijakan kaki perlu diperhatikan penggunaannya agar pengendara atau penumpang tetap nyaman karena pijakan kaki dapat mempengaruhi keseimbangan saat berkendara.

Footstep juga bisa mempengaruhi bobot kendaraan jika pemilihan material dan desainnya salah. Jika

kendaraan semakin berat tentu mempengaruhi akselerasi dan kecepatan kendaraan, oleh karena itu pemilihan material dan desain komponen harus tepat.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan hal serupa pada beberapa komponen di bidang teknik. Diantaranya penelitian dengan metode optimalisasi desain yang bertujuan untuk mereduksi *massa* struktur yang dilakukan oleh Patel, H., K. C. Panchal dan C. S. Jadav pada tahun 2013 yang tertuang dalam penelitiannya yang berjudul *Structural Analysis of Truck Chassis Frame and Design Optimization for Weight Reduction*.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat *footstep* yang memiliki bobot yang ringan dan memiliki faktor keamanan yang kuat. Demikian juga Cavazzuti, M., A. Baldini, E. Bertocchi, D. Costi, E. Torricelli, dan P. Moruzzi (2011) menjelaskan bahwa pengembangan struktur dengan metode optimalisasi bertujuan untuk mengurangi *massa* namun tetap memenuhi standar

¹ Penulis korespondensi.

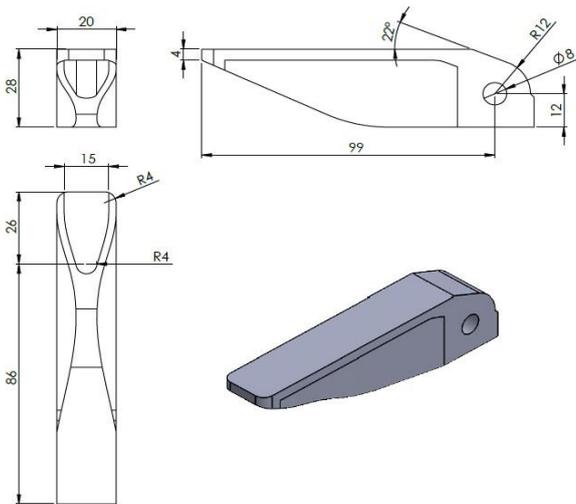
E-mail: dhanyarie.2020@student.uny.ac.id (Kaevian Nafa Bangunmas)

keselamatan. Tentu saja desain komponennya harus unik agar bisa menarik perhatian.

Manfaat dari penelitian kami yaitu terjadinya penurunan biaya dalam pembuatan *footstep* dengan kualitas yang sesuai standar.

2. Metodologi

2.1. Deskripsi Model



Gambar 1. Gambar model

Komponen yang digunakan pada pengujian ini adalah *footstep* atau pijakan kaki sepeda motor yang didisain menggunakan *software inventor* dengan bentuk yang masih sederhana beserta ukuran untuk pendesainan belum dilakukan pemodelan.

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

Tabel 1. Material Properties

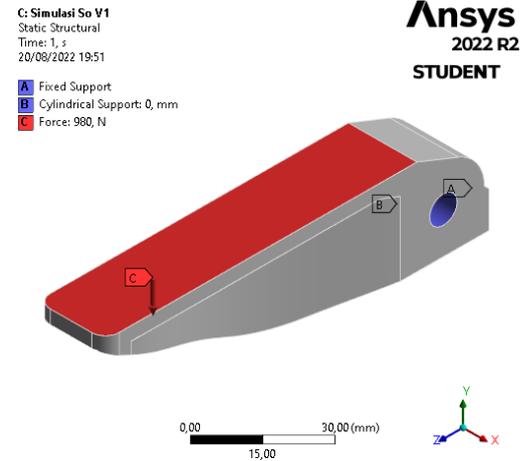
No	Properties	Nilai	Satuan
1	Density	4,62e-06	Kg/mm ³
2	Young's Modulus	96000	Mpa
3	Thermal Conductivity	0,021900	W/mm.°C
4	Specific Heat	5,22e+05	mJ/Kg.°C
5	Tensile Yield Strength	930,00	MPa
6	Tensile Ultimate Strength	1070,0	MPa
7	Nonlinear Behavior	False	-

2.2. Kondisi Batas dan Kondisi Pembebanan

Kondisi pembebanan pada saat pengujian terdapat di beberapa letak pada *footstep*, diantaranya adalah:

2.2.1. Fixed Suppor

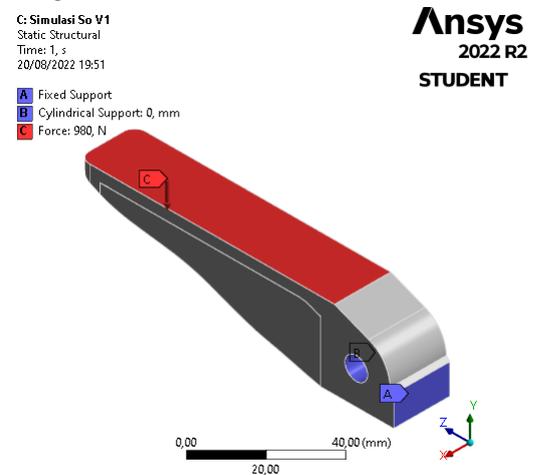
Pada bagian A (*Fixed Support*) permukaan tersebut tidak dapat bergerak kemana – mana atau statis.



Gambar 2. Penempatan *Fixed Suppor*

2.2.2. Penempatan *cylinder support*

Fungsi *cylinder support* yakni sebagai penghubung antara dua komponen yang dibiarkan berputar yang ditempatkan pada lubang baut, dimana kedua komponen tersebut adalah *footstep* dan baut yang diikatkan pada rangka kendaraan.

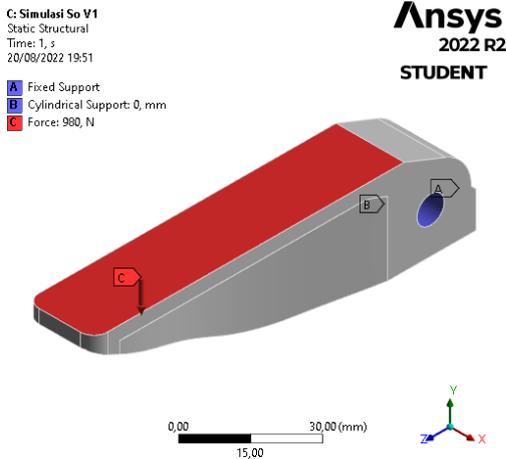


Gambar 3. Penempatan *cylinder support*

2.2.3. Penempatan *force*

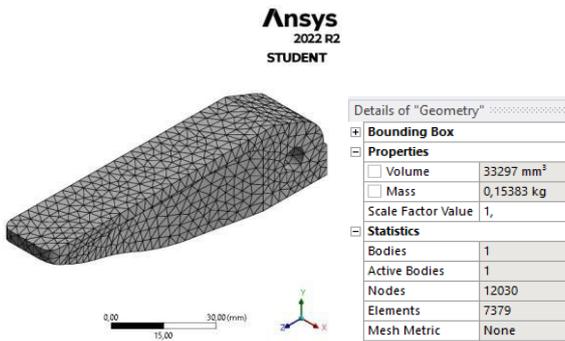
Dalam simulasi ini letak force diberikan pada area dimana kaki. *Force* diletakan di tempat kaki memijak *footstep* sebesar 980 N ke arah sumbu Y.

¹ Penulis korespondensi.



Gambar 4. Penempatan force

2.3. Mesh



Gambar 5. Meshing

Dari hasil Mesh pada desain awal yang telah kami lakukan dimana didapat data, dengan jenis elemen Triangular tetrahedral, ukuran elemen 3,5 mm, jumlah nodes 12.303 dan elementnya 7.379.

2.4. Topology Optimization

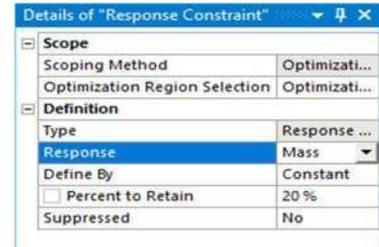
Untuk pencarian *topology optimization* ini masih dengan bantuan *software ansys*, dimana hasil dari *topology optimization* tersebut dijadikan sebagai acuan dalam mendesain suatu komponen. Tujuannya adalah untuk mengurangi *massa* dari komponen yang akandiuji tetapi tetap mempertimbangkan kekuatan dari komponen tersebut. Bagian yang perlu diperhatikan saat menentukan *topology optimization* antara lain:

2.4.1. optimization region

Untuk mengatur bagian atau area komponen agar massa tidak berkurang di area tersebut saat mengubah bentuk topologi. Bagian yang tidak dikurangi adalah pada area pijakan kaki agar tetap aman bagi pengguna.

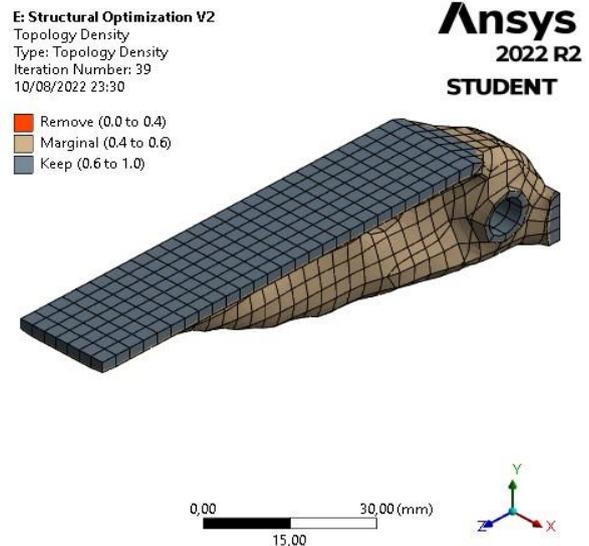
2.4.2. response constraint

Tujuannya adalah untuk menentukan berapa persen massa yang akan dihilangkan, dimana dalam tahap ini dapat diatur pada menu percent to retain pada gambar dan response constraint diatur pada massanya 30% dari massa awal.



Gambar 6. Spesifikasi 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.

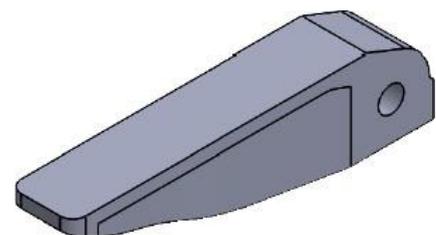


Gambar 7. Hasil Topology Optimization Ansys

3. Hasil dan Pembahasan

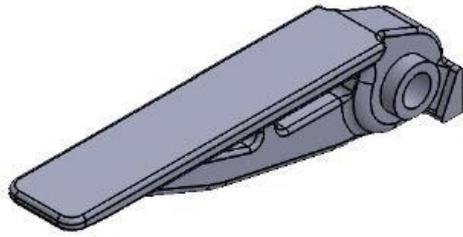
Dari hasil metode dalam melakukan optimalisasi struktur *footstep* terdapat beberapa perbandingan dari segi perubahan berat atau *massa*, *stress*, *total deformation*, dan juga *safety factor*.

3.1. Perbandingan bentuk desain *footstep*



(a) preliminary design

¹ Penulis korespondensi.
E-mail: dhanyarie.2020@student.uny.ac.id (Kaevian Nafa Bangunmas)



(a) final design

Gambar 8. Perbandingan bentuk (a) preliminary design dan (b) final design

3.2. Perbandingan bentuk desain massa dan volume

Details of "Geometry"	
+ Bounding Box	
- Properties	
<input type="checkbox"/> Volume	33297 mm ³
<input type="checkbox"/> Mass	0,15383 kg
Scale Factor Value	1,

(a) preliminary design

Details of "Geometry"	
+ Bounding Box	
- Properties	
<input type="checkbox"/> Volume	17487 mm ³
<input type="checkbox"/> Mass	8,0791e-002 kg
Scale Factor Value	1,

(b) final design

Model awal mempunyai volume 33297 mm³ sedangkan model modifikasi mempunyai volume 17487 mm³, selisih dari volume kedua model adalah 15810 mm³.

3.3. Perbandingan mesh dan nodes

Statistics	
Bodies	1
Active Bodies	1
Nodes	12030
Elements	7379
Mesh Metric	None

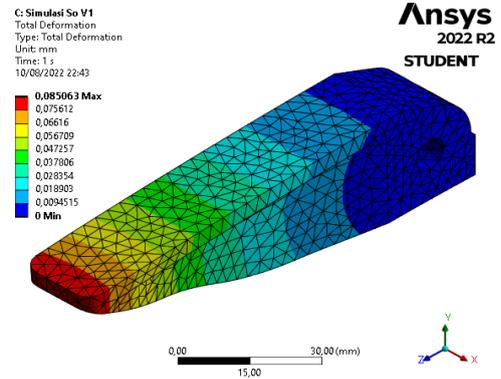
(a) preliminary design

Statistics	
Bodies	1
Active Bodies	1
Nodes	12253
Elements	6849
Mesh Metric	None

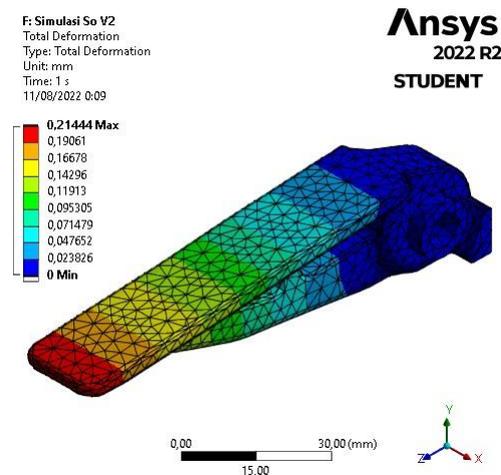
(a) final design

Adapun jenis mesh yang digunakan baik pada (a) preliminary design dan (b) final design adalah menggunakan bentuk elements tetrahedral.

3.4. Perbandingan hasil evaluasi pengujian
a) Total Deformation



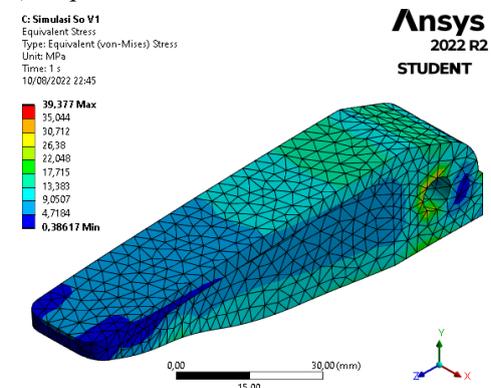
Gambar 9. Total Deformation preliminary design



Gambar 10. Total Deformation final design

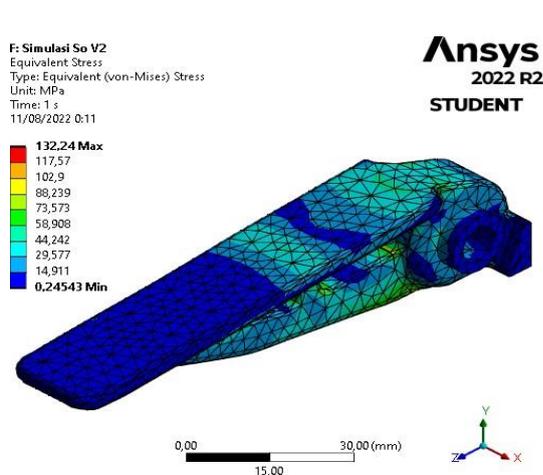
Total Deformation pada final design lebih besar dibanding preliminary design. Selisihnya adalah 0,129377 mm. Letak masing-masing total deformasi yakni pada ujung footstep dan memiliki nilai diantaranya preliminary design (0,085063 mm) dan final design (0,21444 mm).

b) Equivalent Stress



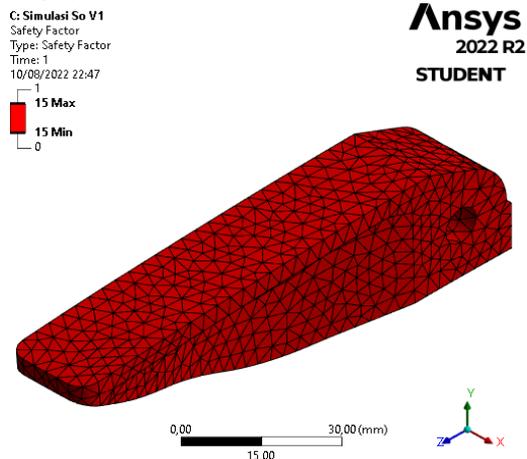
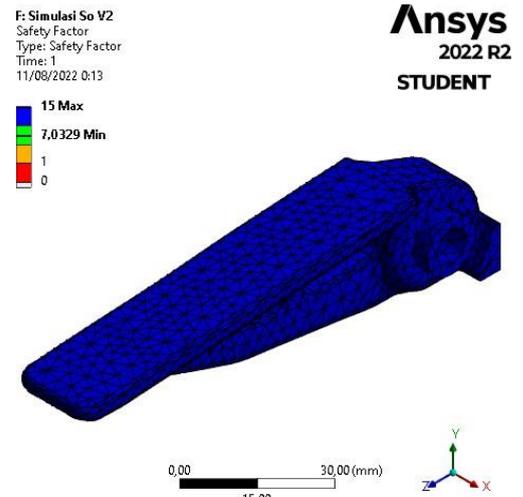
Gambar 11. Equivalent Stress preliminary design

¹ Penulis korespondensi.
E-mail: dhanyarie.2020@student.uny.ac.id (Kaevian Nafa Bangunmas)

Gambar 12. *Equivalent Stress final design*

Equivalent Stress pada *final design* lebih besar dibandingkan *preliminary design*. Selisihnya adalah 92,863 MPa. Penjelasan dari gambar diatas terdapat letak *stress maximum* 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* 39,377 MPa sedangkan pada *final design* adalah sebesar 132,24 MPa.

c) *Safety Factor*

Gambar 13. *Safety Factor preliminary design*Gambar 14. *Safety Factor final design*

Metode perhitungan pada *safety factor* secara manual dapat dilakukan dengan cara berikut ini:

Safety factor pada preliminary design:

$$\frac{930,00}{39,377} = 23,618$$

Safety factor pada final design

$$\frac{930,00}{132,24} = 7,0329$$

Dari data diatas dapat diketahui bahwasannya nilai *stress* sangat mempengaruhi nilai dari *safety factor*. Pada *yield stress* yang terdapat pada data material *titanium alloy* yakni diketahui nilai maksimal *yield stress* mencapai 930,00 Mpa.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam proses simulasi dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan pengujian dan perancangan *footstep* dengan bantuan *software*, *massa footstep* atau pijakan kaki dapat berkurang baik *massa* dan *juga volume* dari desain awal sebelum dilakukan optimalisasi desain. Data di atas menunjukkan nilai tegangan pada desain akhir lebih tinggi dari pada desain awal namun belum melewati batas *yield stress* dengan material *titanium alloy*. Dalam arti komponen masih aman saat digunakan, dan juga terpasang pengaman yang cukup. Dengan metode *topology optimization*, perancang dimudahkan oleh beberapa faktor untuk memilih dari komponen yang dibuat, dengan pengujian menggunakan perangkat lunak. Kegiatan selanjutnya yang akan dilakukan adalah studi *workability* atas kemampuan kerja pada tahap produksi dan tahap verifikasi model dengan metode pengujian lapangan.

Ucapan terima kasih

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Moch. Solikin, Bapak Aan Yudianto dan Bapak I Wayan Adiyasa selaku dosen pembimbing yang tergabung dalam tim Reset dan Pengembangan Program Studi Mesin Otomotif Terapan Universitas Negeri Yogyakarta dan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Daftar Pustaka

- Artikel web “Jangan Abaikan Footstep Motor, Penting untuk Keseimbangan Berkendara”. Liputan6.com 16/3/2018. 20 Agustus 2022 <https://www.liputan6.com/otomotif/read/3379211/jangan-abaikan-footstep-motor-penting-untuk-keseimbangan-berkendara>.
- 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
- 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.
- Putra, J. A., & Misbah, M. N. (2022). Studi Pengaruh Ukuran Bracket Pondasi Mesin terhadap Tegangan dengan Menggunakan Finite Element Method. *Jurnal Teknik ITS*, 11(1), G1-G6.
- Supriyanto, S., Syafa'at, I., & Darmanto, D. (2020). STUDI PEMODELAN OPTIMASI TUAS HANDLE REM DEPAN SEPEDA MOTOR YAMAHA V-IXION BERBASIS SIMULASI ELEMEN HINGGA. *Majalah Ilmiah MOMENTUM*, 16(2).
- Susastro, S., Muhammad, A. F. H., Lostari, A., & Fakhruddin, Y. A. (2021). Optimasi Desain Paddock Stand Sebagai Sistem Statis Dengan Menggunakan Finite Element Method. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 5(1), 9-15.

¹ Penulis korespondensi.

E-mail: kaeviannafa.2020@student.uny.ac.id (Dhany Arie Saputra)