



Perancangan dan Analisis Tegangan pada Desain *Footrest* Sepeda Motor Menggunakan Autodesk Inventor

Dhea Nuni Ananda¹, Rizal Hanifi², Aa Santosa³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

¹dheanunia@gmail.com ²rizal.hanifi@ft.unsika.ac.id ³aa.santosa@ft.unsika.ac.id

Abstract

Motorbikes are widely chosen by the public as a mode of transportation in modern times, one of which is the automatic scooter type motorcycle. Visually, the matic scooter type motorcycle components have a nice and attractive shape, but this shape does not necessarily guarantee its safety. Not a few of these components have failed (broken) as happened to the footrest. Footrest is a component of a motorcycle vehicle that functions as a footrest for motorcycle passengers. Every different type of motorbike, the footrest shape is also different. The purpose of this study is to design a footrest design and analyze it with the help of software to obtain a footrest design that has a high safety factor value. The design of the motorcycle footrest design produces 3 different designs. The three designs were analyzed using the Autodesk Inventor 2017 software stress by providing a static load of 20 Kg and 90 Kg. From the analysis, the minimum safety factor value obtained from each footrest design against a load of 20 kg in design 1 is 13.42, design 2 is 5.7, and design 3 is 7.93. While the minimum safety factor value generated from each footrest design against a load of 90 kg in design 1 is 2.98, design 2 is 1.27, and design 3 is 1.76. Based on the results of the safety factor analysis carried out, the three designs are safe enough to withstand loads of 20 Kg and 90 Kg. But design 1 is safer because the resulting value of the safety factor is higher than the three designs, which is 2.98 to withstand a load of 90 Kg.

Keywords: design, footrest, stress analysis, safety factors, autodesk inventor 2017

Abstrak

Sepeda motor banyak dipilih masyarakat sebagai moda transportasi di zaman modern ini, salah satunya sepeda motor tipe sekuter *matic*. Secara visual komponen sepeda motor tipe skuter *matic* mempunyai bentuk yang bagus dan menarik, namun bentuk tersebut belum tentu menjamin keamanannya. Tak sedikit komponen tersebut mengalami kegagalan (patah) seperti yang terjadi pada *footrest*. *Footrest* merupakan komponen kendaraan sepeda motor yang berfungsi sebagai pijakan kaki untuk penumpang sepeda motor. Setiap beda tipe sepeda motor, maka bentuk *footrest* juga berbeda. Tujuan penelitian ini yaitu merancang suatu desain *footrest* dan menganalisisnya dengan bantuan *software* untuk mendapatkan desain *footrest* yang memiliki nilai faktor keamanan yang tinggi. Perancangan pada desain *footrest* sepeda motor menghasilkan 3 desain rancangan yang berbeda. Ketiga desain tersebut dianalisis tegangan menggunakan *software Autodesk Inventor 2017* dengan memberikan pembebanan statis sebesar 20 Kg dan 90 Kg. Dari hasil analisis, didapat nilai faktor keamanan minimum yang dihasilkan dari tiap desain *footrest* terhadap beban 20 Kg pada desain 1 sebesar 13,42, desain 2 sebesar 5,7, dan desain 3 sebesar 7,93. Sedangkan nilai *safety factor* minimum yang dihasilkan dari tiap desain *footrest* terhadap beban 90 Kg pada desain 1 sebesar 2,98, desain 2 sebesar 1,27, dan desain 3 sebesar 1,76. Berdasarkan hasil analisis faktor keamanan yang dilakukan, ketiga desain tersebut cukup aman untuk menahan beban 20 Kg dan 90 Kg. Tetapi desain 1 lebih aman karena nilai faktor keamanan yang dihasilkan lebih tinggi dari ketiga desain tersebut, yaitu sebesar 2.98 untuk menahan beban 90 Kg.

Kata kunci: perancangan, *footrest*, analisis tegangan, faktor keamanan, *autodesk inventor 2017*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan konsumen kendaraan bermotor terbanyak di dunia, terutama kendaraan roda dua. Hal ini menyebabkan industri otomotif sepeda motor mengalami peningkatan penjualan

disetiap tahunnya. Terbukti berdasarkan data dari Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) tercatat 7.369.249 unit terjual pada tahun 2010, sedangkan pada tahun 2019 terjual sebanyak 6.487.460 unit [1]. Artinya saat ini konsumsi

sepeda motor di Indonesia tak kurang dari 6 juta unit setiap tahunnya.

Sepeda motor banyak dipilih masyarakat sebagai moda transportasi di zaman modern ini, karena sepeda motor memiliki dimensi yang kecil, dapat mengurangi kepadatan di jalan raya, dan harganya yang terjangkau untuk sekelas kendaraan bermotor. Banyak jenis kendaraan sepeda motor yang ada di Indonesia, antara lain tipe *Sport, Standard, Cruiser, Trail/Off-Road, Bebek*, sampai *Scooter Matic* [2]. Sepeda motor tipe sekuter *matic* yang paling laku keras di Indonesia karena lebih mudah dikendarai dan juga cocok untuk siapa saja, baik laki-laki ataupun perempuan.

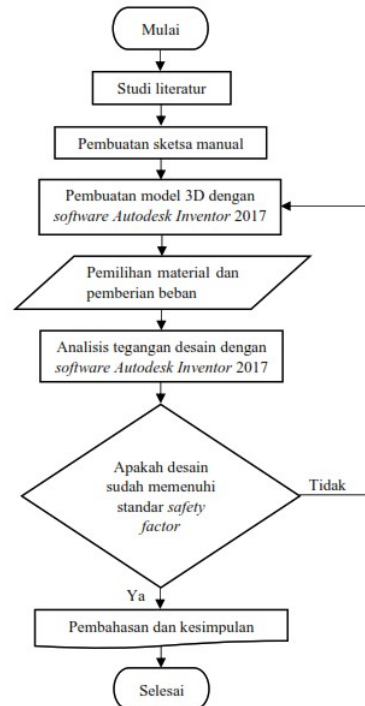
Secara visual komponen sepeda motor tipe *Scooter Matic* ini mempunyai bentuk yang bagus dan menarik, namun bentuk tersebut belum tentu menjamin keamanannya. Tak sedikit komponen tersebut mengalami kegagalan (patah) seperti yang terjadi pada *footrest*. *Footrest* merupakan komponen kendaraan sepeda motor yang berfungsi sebagai pijakan kaki untuk penumpang sepeda motor. Setiap beda tipe sepeda motor, maka bentuk *footrest* juga berbeda. Maka desain *footrest* harus dibuat dengan memperhatikan nilai kekuatan yang tinggi demi kenyamanan dan keamanan pengendara.

Beberapa penelitian terdahulu melakukan analisa tentang komponen sepeda motor dan analisis tegangan seperti analisis tegangan, defleksi, dan faktor keamanan pada pemodelan *footrest* motor Y dengan aplikasi *Autodesk Inventor* berbasis simulasi elemen hingga [3], studi optimasi faktor keamanan *footrest* pada sepeda motor X berbasis simulasi elemen hingga [4], analisis tegangan, defleksi, dan faktor keamanan pada pemodelan *footstep holder* sepeda motor Y berbasis simulasi elemen hingga [5], desain dan analisis tegangan *crane hook* model *circular section* kapasitas 5 ton menggunakan *Autodesk Inventor* 2017 [6], desain dan analisis kekuatan dudukan (*bracket*) *AC outdoor* menggunakan metode elemen hingga [7], desain, pemilihan material, dan faktor keamanan stasiun pengisian gawai menggunakan metode elemen hingga [8], telah dilakukan, tetapi hasil analisis tegangan pada *footrest* sepeda motor yang memenuhi standar faktor keamanan belum ada. Oleh karena itu, penulis membuat penelitian tentang analisis komponen sepeda motor yaitu *footrest* dengan bantuan *software*.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu desain *footrest* sepeda motor dan menganalisis tegangan menggunakan *Autodesk Inventor*, serta untuk mendapatkan desain *footrest* yang memiliki nilai faktor keamanan lebih tinggi dari desain-desain *footrest* yang dirancang dengan material Aluminium 6061.

2. Metode Penelitian

Perancangan *footrest* sepeda motor akan dilakukan menggunakan *software Autodesk Inventor 2017*. Terdapat beberapa tahapan dalam membuat rancangan *footrest* sepeda motor, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



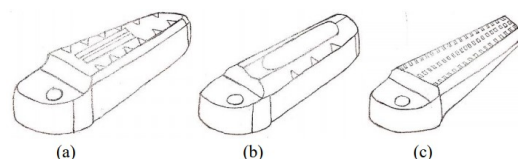
Gambar 1. Diagram Alir Perancangan *Footrest* Sepeda Motor

2.1. Studi Literatur

Perancangan dimulai dengan melakukan studi literatur. Studi literatur meliputi mengamati desain *footrest* sepeda motor yang telah ada, serta mereview jurnal-jurnal terkait topik perancangan *footrest* sepeda motor yang telah dilakukan sebelumnya. Terdapat banyak bentuk *footrest* dipasaran, dari yang bentuk original hingga variasi. Beberapa model memiliki keunikan sendiri yang merupakan keunggulannya, beberapa keunikan ini diadaptasi menjadi fitur desain *footrest* yang baru.

2.2. Pembuatan Sketsa Manual

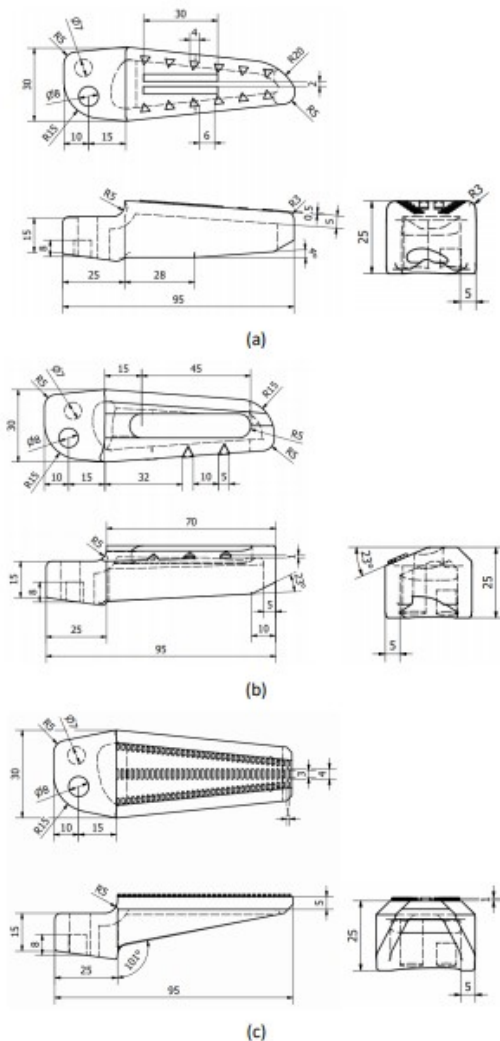
Setelah studi literatur menghasilkan ide, selanjutnya dilakukan pembuatan sketsa manual. Sketsa manual dibuat dengan tangan di atas kertas. Dari pembuatan sketsa manual dihasilkan 3 desain *footrest* yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa Manual Desain *Footrest*, (a) Desain 1, (b) Desain 2, (c) Desain 3

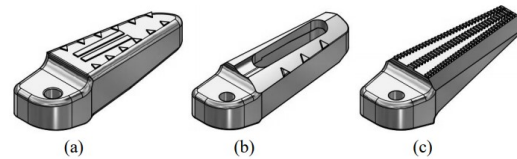
2.3. Pembuatan Model 3D

Setelah sketsa manual dibuat, langkah selanjutnya adalah mewujudkan menjadi model 3D dengan *software Autodesk Inventor 2017*. Untuk itu, pertama perlu dibuat sketsa 2D dengan *software Autodesk Inventor 2017*. Sketsa 2D dibuat untuk menghasilkan gambar yang lebih rapih dan ukuran yang lebih akurat, agar rancangan dapat dipahami dengan lebih mudah. Keunggulan lain dari membuat sketsa dengan *software* adalah kemudahan koreksi jika ada yang ingin diubah. Gambar 3 merupakan sketsa 2D yang digambar dengan *software Autodesk Inventor 2017*. Sketsa 2D ini dibuat sebagai bentuk-bentuk serta acuan untuk membuat model 3D nantinya.



Gambar 3. Sketsa 2D Desain *Footrest*, (a) Desain 1, (b) Desain 2, (c) Desain 3

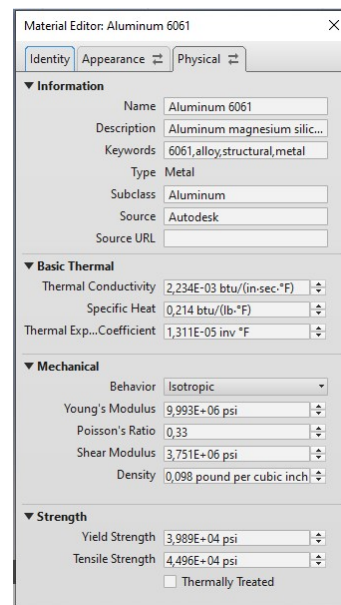
Setelah sketsa 2D yang diperlukan telah dibuat, sketsa tersebut dapat diubah menjadi model 3D seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Model 3D Desain *Footrest*, (a) Desain 1, (b) Desain 2, (c) Desain 3

2.4. Pemilihan Material

Setelah rancangan selesai, tahap selanjutnya adalah penentuan material yang akan digunakan pada analisis tegangan dengan *software Autodesk Inventor 2017*. Pada perancangan ini dipilih material Aluminium 6061, seperti Gambar 5 menunjukkan spesifikasi material Aluminium 6061 pada *software Autodesk Inventor 2017*.



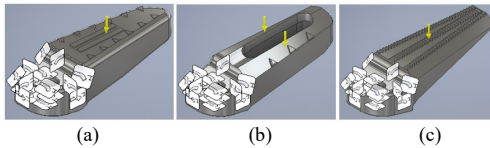
Gambar 5. Spesifikasi Material Aluminium 6061 pada *Software Autodesk Inventor 2017*

2.5. Analisis Tegangan

Untuk mengetahui kekuatan desain *footrest*, dilakukan analisis tegangan. Tegangan yang dianalisis merupakan tegangan yang dihasilkan dari pembebanan statis. Proses analisis tegangan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Pemberian Beban

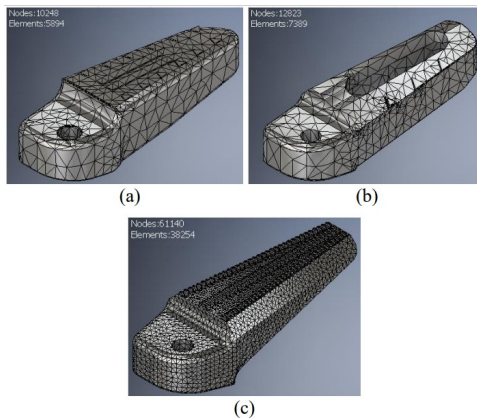
Dalam analisis tegangan, salah satu hal yang penting adalah memberikan beban kepada desain. Beban yang diberikan adalah dalam bentuk gaya dengan satuan *Newton*. Beban yang diberikan pada 3 desain *footrest* yaitu beban pengendara duduk dengan kaki bertumpu pada *footrest* sebesar 20 Kg atau 196 N dan pengendara berdiri dengan kaki bertumpu pada *footrest* sebesar 90 Kg atau 883 N. Gambar 6 menunjukkan lokasi pemberian beban pada desain *footrest*.



Gambar 6. Lokasi Pemberian Beban pada Desain *Footrest*, (a) Desain 1, (b) Desain 2, (c) Desain 3

- *Meshing*

Analisis tegangan yang dilakukan oleh *Autodesk Inventor*. menggunakan metode analisis elemen hingga, untuk memudahkan dalam menganalisis desain yang sesuai dengan keinginan kita [9]. Analisis elemen hingga adalah teknik numerik matematis untuk menghitung kekuatan dan perilaku struktur teknik dengan membagi obyek menjadi bentuk jala (*mesh*) [10]. Hal ini untuk mendistribusikan beban pada analisis tegangan secara merata. Proses *meshing* merupakan tahapan yang paling sulit, karena memakan waktu lama dan mudah terjadi kegagalan jika desain terlalu tipis atau memiliki bentuk terlalu rumit. Hasil *meshing* pada desain *footrest* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil *Meshing* pada Desain *Footrest*, (a) Desain 1, (b) Desain 2, (c) Desain 3

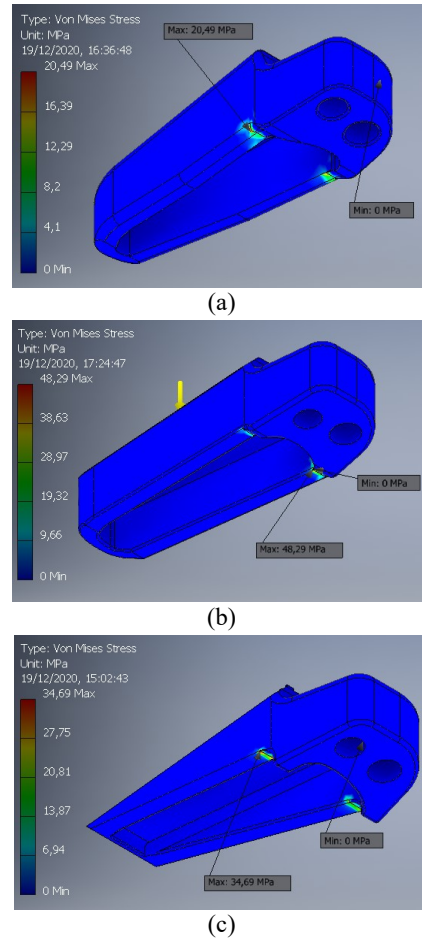
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis tegangan pada tiap desain *footrest* menggunakan *Autodesk Inventor* menghasilkan *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor* sebagai berikut:

3.1. *Von Mises Stress*

Gambar 8 menunjukkan hasil analisis *von mises stress* tiap desain *footrest* terhadap beban 20 Kg, dimana nilai maksimum untuk desain 1, desain 2, dan desain 3 berturut-turut sebesar 20,49 MPa, 48,29 MPa, dan 34,69 MPa. Sedangkan hasil analisis *von mises stress* tiap desain *footrest* terhadap beban 90 Kg, dihasilkan nilai maksimum untuk desain 1, desain 2, dan desain 3 berturut-turut sebesar 92,16 MPa, 217,6 MPa, dan 156,3 MPa. Nilai *von mises stress* yang dihasilkan masih berada di bawah kekuatan luluh (*yield strength*)

Aluminium 6061 yaitu sebesar $3,989 \times 10^4$ psi atau 275 MPa.



Gambar 8. Hasil Analisis *Von Mises Stress* pada Desain *Footrest* dengan Beban 20 Kg, (a) Desain 1, (b) Desain 2, (c) Desain 3

Hasil analisis *von mises stress* tiap desain *footrest* secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis *Von Mises Stress* Tiap Desain *Footrest*

Nama Desain	Hasil Analisis	Beban	
		20 Kg	90 Kg
Desain 1	<i>Von Mises Stress</i> (MPa)	Minimum	0
		Maksimum	20,49
Desain 2	<i>Von Mises Stress</i> (MPa)	Minimum	0
		Maksimum	48,29
Desain 3	<i>Von Mises Stress</i> (MPa)	Minimum	0
		Maksimum	34,69

3.2. *Displacement*

Nilai *displacement* maksimum yang dihasilkan dari tiap desain *footrest* terhadap beban 20 Kg pada desain 1, desain 2, dan desain 3 berturut-turut sebesar 0,00746 mm, 0,01793 mm, dan 0,02063 mm. Sedangkan nilai *displacement* maksimum yang dihasilkan dari tiap desain *footrest* terhadap beban 90 Kg pada desain 1, desain 2, dan desain 3 berturut-turut sebesar 0,03356 mm, 0,08092 mm, dan 0,09293 mm. Hasil analisis *displacement* tiap

desain *footrest* secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis *Displacement* Tiap Desain *Footrest*

Nama Desain	Hasil Analisis	Beban	
		20 Kg	90 Kg
Desain 1	<i>Displacement</i> (mm)	Minimum	0
		Maksimum	0,00746
Desain 2	<i>Displacement</i> (mm)	Minimum	0
		Maksimum	0,01793
Desain 3	<i>Displacement</i> (mm)	Minimum	0
		Maksimum	0,02063

3.3. Safety Factor

Nilai faktor keamanan (*safety factor*) minimum yang dihasilkan dari tiap desain *footrest* terhadap beban 20 Kg pada desain 1 sebesar 13,42, desain 2 sebesar 5,7, dan desain 3 sebesar 7,93. Sedangkan nilai *safety factor* minimum yang dihasilkan dari tiap desain *footrest* terhadap beban 90 Kg pada desain 1 sebesar 2,98, desain 2 sebesar 1,27, dan desain 3 sebesar 1,76. Hasil analisis *safety factor* tiap desain *footrest* secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis *Safety Factor* Tiap Desain *Footrest*

Nama Desain	Hasil Analisis	Beban	
		20 Kg	90 Kg
Desain 1	<i>Safety Factor</i>	Minimum	13,42
		Maksimum	15
Desain 2	<i>Safety Factor</i>	Minimum	5,7
		Maksimum	15
Desain 3	<i>Safety Factor</i>	Minimum	7,93
		Maksimum	15

Nilai *safety factor* yang dipersyaratkan untuk komponen mampu menahan beban statis yaitu 1,25 hingga 2,0 untuk material ulet [11]. Berdasarkan hasil analisis *safety factor* yang dilakukan, ketiga desain tersebut cukup aman untuk menahan beban 20 Kg dan 90 Kg. Tetapi desain 1 lebih aman karena nilai *safety factor* yang dihasilkan lebih tinggi dari ketiga desain tersebut, yaitu sebesar 2,98 untuk menahan beban 90 Kg.

Sedangkan pada analisis sebelumnya yang telah dilakukan, didapat nilai *safety factor* sebesar 1,04 pada analisis tegangan, defleksi, dan faktor keamanan pada pemodelan *footrest* sepeda motor Y dengan aplikasi *Autodesk Inventor* berbasis simulasi elemen hingga [3], dan nilai *safety factor* sebesar 1,19 pada studi optimasi faktor keamanan *footrest* pada sepeda motor X berbasis simulasi elemen hingga [4].

4. Kesimpulan

Perancangan pada desain *footrest* sepeda motor menghasilkan 3 desain rancangan yang berbeda. Ketiga desain tersebut dianalisis tegangan menggunakan *software Autodesk Inventor 2017* dengan memberikan pembebanan statis sebesar 20 Kg dan 90 Kg. Hasil analisis, diperoleh nilai *safety*

factor minimum yang dihasilkan dari tiap desain *footrest* terhadap beban 20 pada desain 1 sebesar 13,42, desain 2 sebesar 5,7, dan desain 3 sebesar 7,93. Sedangkan nilai *safety factor* minimum yang dihasilkan dari tiap desain *footrest* terhadap beban 90 Kg pada desain 1 sebesar 2,98, desain 2 sebesar 1,27, dan desain 3 sebesar 1,76.

Nilai *safety factor* yang dipersyaratkan untuk komponen mampu menahan beban statis yaitu 1,25 hingga 2,0 untuk material ulet [11], seperti Aluminium 6061 yang digunakan pada perancangan ini. Berdasarkan hasil analisis *safety factor* yang dilakukan, ketiga desain tersebut cukup aman untuk menahan beban 20 Kg dan 90 Kg. Tetapi desain 1 lebih aman karena nilai *safety factor* yang dihasilkan lebih tinggi dari ketiga desain tersebut, yaitu sebesar 2,98 untuk menahan beban 90 Kg.

Daftar Rujukan

- [1] AISI, 2020. *Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia Statistic Distribution Domestic*. [Online] (Updated 31 Januari 2020) Tersedia di: <https://www.aisi.or.id/statistic/> [Accessed 5 Februari 2020]
- [2] Defara Aditya, 2017. *Macam-Macam Sepeda Motor di Indonesia*. [Online] (Updated 30 Agustus 2017) Tersedia di: <http://infosepeda.com/> [Accessed 5 Februari 2020]
- [3] Hardiyansyah, M., Syafa'at, I., dan Dzulfikar, M., 2017. Analisis Tegangan, Defleksi, dan Faktor Keamanan pada Pemodelan *Footrest* Sepeda Motor Y dengan Aplikasi *Autodesk Inventor* Berbasis Simulasi Elemen Hingga. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 2 (2), 17-24.
- [4] Syafa'at, I., Darmanto., dan Priyanto, E., 2016. Studi Optimasi Faktor Keamanan *Footrest* Sepeda Motor X Berbasis Simulasi Elemen Hingga. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 12 (2), 53-57.
- [5] Khoeron, S., Syafa'at, I., dan Darmanto., 2016. Analisis Tegangan, Defleksi, dan Faktor Keamanan pada Pemodelan *Footstep Holder* Sepeda Motor "Y" Berbasis Simulasi Elemen Hingga. *Rotasi Jurnal Teknik Mesin*, 18 (4), 124-129.
- [6] Wibawa, L. A. N., 2019. Desain dan Analisis Tegangan *Crane Hook Model Circular Section* Kapasitas 5 Ton Menggunakan *Autodesk Inventor 2017*. *Jurnal Simetris*, 10 (1), 27-32.
- [7] Wibawa, L. A. N., 2019. Desain dan Analisis Kekuatan Dudukan (*Bracket*) AC Outdoor Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Crankshaft*, 2 (1), 19-24.
- [8] Wibawa, L. A. N., dan Diharjo, K., 2019. Desain, Pemilihan Material, dan Faktor Keamanan Stasiun Pengisian Gawai Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknologi*, 11 (2), 97-102.
- [9] Wibawa, L. A. N., 2018. *Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan Autodesk Inventor Professional 2017*. Cetakan Pertama. Solo: Buku Katta.
- [10] Wibawa, L. A. N., 2018. Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Tempat Sampah di Balai Lapan Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Turbulen Jurnal Teknik Mesin*, 1 (2), 64-68.
- [11] Mott, R. L., 2009. *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis Buku 1*. Edisi Keempat, terjemahan Rines {et.al}. Yogyakarta: Andi.