

Evaluasi Desain Produk Skuter 2 Pedal dengan Metode *Quality Function Development*

Product Design Evaluation of Scooter 2 Pedal with Quality Function Development Method

Rozi Saferi^{1*}, Asmara Yanto¹, Muhammad Ilhamdi²

¹Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang

²Undergraduated Program of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia

[doi.10.21063/jtm.2021.v11.i1.47-53](https://doi.org/10.21063/jtm.2021.v11.i1.47-53)

*Correspondence should be addressed to rozisaferi.2015@gmail.com

Copyright © 2021 R. Saferi. This is an open access article distributed under the CC BY-NC-SA 4.0.

Article Information

Received:

March 21, 2021

Revised:

April 22, 2021

Accepted:

April 25, 2021

Published:

April 30, 2021

Abstract

A scooter is defined as a two-wheeled vehicle with a step-through chassis and footrest platform. There are several factors that must be considered in planning and designing this scooter including an attractive design, selection of the right material, analysis of material strength, ergonomics factors and others. The purpose of this research is to design a 2 pedal scooter and evaluate the design results using the quality function development (QFD) method. The results of the evaluation of the 2-pedal scooter product design with the quality function development method show that the highest stress occurs at a load of 90 kg with a displacement of 6.11 mm and is still safe to use. Furthermore, the design of the 2-pedal Scooter is better than otoped in terms of the transmission system and ergonomics and is better than commercial scooters in terms of weight.

Keywords: quality function development, scooter, house of quality

1. Pendahuluan

Skuter merupakan kendaraan roda dua yang memiliki rantai di bagian dasarnya untuk diinjak bergantian oleh pengendara. Jika pada sepeda motor biasa mempunyai mesin untuk menggerakkan roda, beda halnya dengan skuter dimana daya berasal dari injakan pedal bergantian oleh pengendara. Skuter biasanya memiliki ukuran roda yang kecil. Skuter dan otoped merupakan sebuah papan dengan kemudi yang dilengkapi dengan sebuah roda.

Dalam merencanakan dan mendesain skuter ini ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan diantaranya desain yang menarik, pemilihan bahan yang tepat, analisis kekuatan bahan, faktor ergonomic,

pertimbangan harga dan lain-lain [1]. Program *Finite Element Analisis* FEA yang berkembang pesat serta banyak digunakan untuk melakukan analisis struktur adalah *software Autodesk Inventor* [2].

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang skuter 2 pedal dengan inovasi pada sistem transmisi dan melakukan evaluasi hasil rancangan menggunakan metode *Quality Function Development (QFD)*.

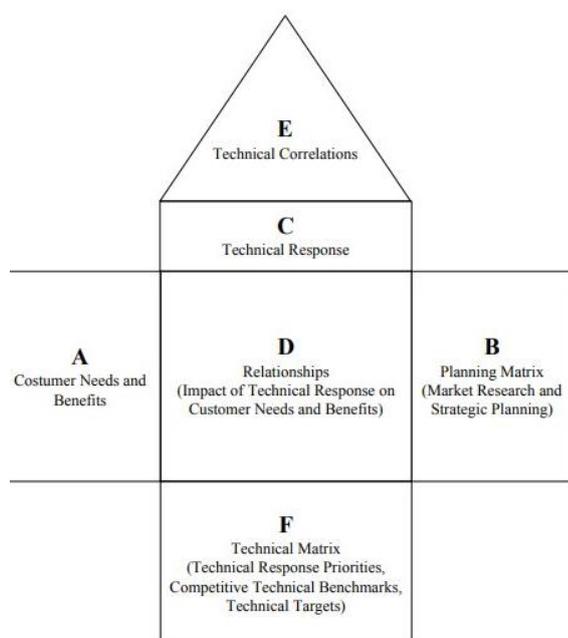
2. Studi Literatur

A. Quality Function Development (QFD)

QFD adalah metode perencanaan dan pengembangan secara terstruktur yang memungkinkan tim pengembangan mendefi-

nisikan secara jelas kebutuhan dan harapan pelanggan, dan mengevaluasi kemampuan produk atau jasa secara sistematis untuk memenuhi kebutuhan dan harapan tersebut [3]. *QFD* ini sangat bermanfaat terutama jika akan menciptakan produk baru, namun juga dapat untuk meninjau kembali dan mengimprove produk/service yang sudah ada.

House of Quality (HoQ), sebagai piranti utama dari *QFD*, merupakan alat yang dapat menggambarkan secara lengkap hal-hal yang meliputi atribut-atribut kebutuhan dan keinginan pelanggan (dikenal dengan *what's*), respons teknis dari sisi perusahaan (dikenal dengan *how's*). Kuat-lemahnya hubungan antara setiap atribut kebutuhan dan keinginan pelanggan dengan respons teknis (digambarkan dalam matriks hubungan/*relationship matrix*), dan kuat-lemahnya hubungan di antara respons teknis (digambarkan dalam matriks korelasi/*correlation matrix*) seperti diperlihatkan pada Gambar 1 [4].



Gambar 1. *House of quality*

B. Von Misses Stress

Metode *von misses stress* memiliki keutamaan dibandingkan metode lain, karena melibatkan tegangan tiga dimensi. *Von misses stress* merupakan kriteria kegagalan untuk material ulet. Untuk menentukan kriteria dari material tersebut dinyatakan aman atau tidaknya, maka dapat menggunakan hasil analisis *von misses*. Jika tegangan *von misses stress* lebih kecil dari *yield strength* (kekuatan luluh) material yang digunakan maka kekuatan struktur tersebut aman.

C. Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Metode ini merupakan acuan utama yang digunakan dalam menentukan suatu kualitas produk. Acuannya, jika nilai SF minimal kurang dari 0, maka produk tersebut kualitasnya jelek dan tidak aman untuk diproduksi. Warna pada hasil pengujian *safety factor* nantinya mengkonfirmasi bahwa area tersebut aman atau tidak.

D. *Displacement* (Perubahan Bentuk)

Displacement adalah perubahan bentuk pada benda yang dikenai gaya. Jika beban semakin besar maka *displacement* yang akan dihasilkan akan semakin besar, jika beban semakin kecil maka *displacement* yang dihasilkan juga kecil. Nilai tegangan *displacement* menunjukkan angka dan warna pada saat pengujian dan menunjukkan perubahan bentuk saat di uji.

E. Metode Elemen Hingga

Proses desain di bidang teknik mesin dan konstruksi semakin meningkat. Oleh karena itu, untuk menjamin kehandalan, perhitungan yang berkaitan dengan desain ini harus dilakukan dengan menggunakan perangkat yang lebih canggih. Untuk menentukan stabilitas dan daya tahan struktur yang diberikan dalam berbagai situasi beban, mengamati *stress* (tegangan) dan deformasi dalam komponen saat diberi beban. Struktur dianggap tahan lama jika tegangan maksimum yang terjadi lebih kecil dari material yang izinkan.

3. Metode

Penggunaan *QFD* dalam proses perancangan produk akan membantu manajemen dalam memperoleh keunggulan kompetitif melalui proses penciptaan karakteristik dan atribut kualitas produk yang mampu meningkatkan kepuasan konsumen. Disamping itu, penerapan *QFD* juga mampu menjamin bahwa informasi mengenai kebutuhan konsumen yang diperoleh pada tahap awal proses perencanaan diterapkan pada seluruh tahapan siklus produk, mulai tahap konsep desain, perencanaan komponen, perencanaan proses dan produksi, hingga produk sampai ke tangan konsumen. Proses *QFD* dimulai dari mendengar suara pelanggan dan kemudian berlanjut melalui 4 aktivitas utama [5], yaitu 1. Perencanaan produk (*product planning*) 2. Desain produk (*product design*) 3. Perencanaan proses (*process planning*) 4. Perencanaan pengendalian proses (*process planning control*). Manfaat utama apabila perusahaan menggunakan *QFD*, yaitu

untuk mengurangi biaya, meningkatkan pendapatan dan pengurangan waktu produksi. Diagram alir penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

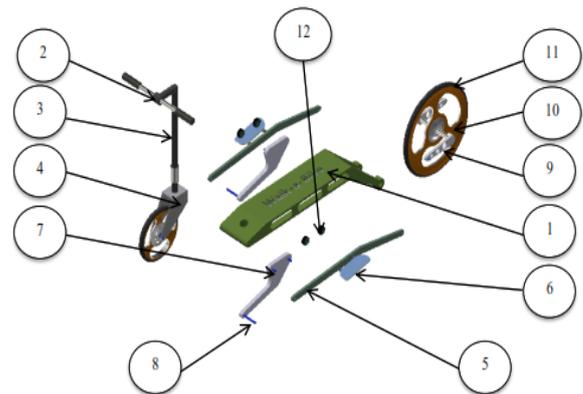
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil desain skuter 2 pedal diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain skuter 2 pedal

Skuter 2 pedal terdiri dari 12 komponen utama sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Keterangan:

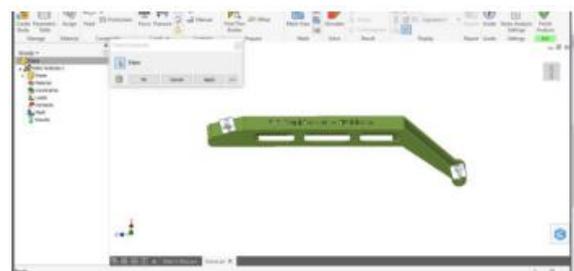
- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Rangka utama | 7. Chasis bearing |
| 2. Stang | 8. Poros |
| 3. Chasis stang | 9. Batang penghubung |
| 4. Chasis roda depan | 10. Velg |
| 5. Chasis pedal | 11. Ban |
| 6. Pedal | 12. Bearing |

Gambar 4. Komponen skuter 2 Pedal

Prinsip kerja dari skuter 2 pedal ini menggunakan gabungan sistem gerak translasi dan rotasi dengan bantuan dorongan tenaga natural, untuk memberikan gaya dorongan awal. Sistem transmisi didukung oleh bearing yang akan mentransfer daya dan putaran dari roda.

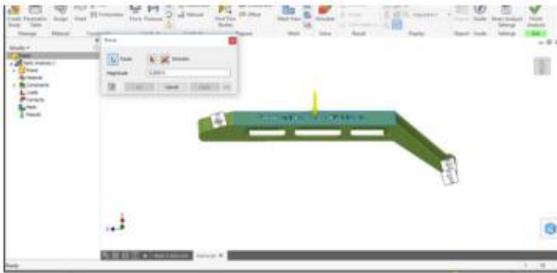
A. Analisis Rancangan

Penentuan *constraint* dilakukan dengan acuan posisi dari tumpuan pada desain yang telah dimodelkan. *Constraint* dapat berupa *fixed constraint*, *pin constraint*, dan *friction constraint* [6]. Pada analisis rancangan frame skuter ini digunakan *fixed constraint* sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Fixed constraint pada desain frame

Frame tidak hanya menerima beban dari pengendara, tetapi juga menerima beban sendiri dari struktur frame tersebut. Pada penelitian ini, pemberian beban pada frame bervariasi 60 kg, 75 kg, dan 90 kg sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pemberian beban pada Frame

B. Von Misses Stress

Hasil analisis tegangan dengan beban 60 kg menggunakan metode *von misses* diperlihatkan pada Gambar 7.



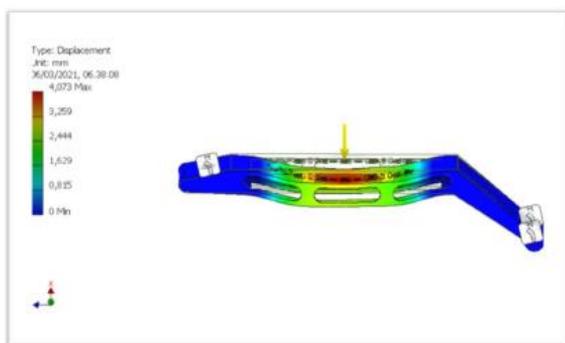
Gambar 7. Von misses Stress pada desain dengan beban 60 kg

Tegangan ekivalen maksimum terjadi di bagian bawah rangka bagian belakang sebesar 3,726 MPa, dan tegangan ekivalen minimum sebesar 0,001 MPa. Tegangan ekivalen yaitu tegangan yang diukur atau dihitung pada terminal beban.

Tabel 1. Hasil *Von misses stress* untuk beberapa variasi pembebanan

		beban (kg)	60	75	90
von misses stress (MPa)	maks		3.726	4.657	5.569
	min		0.001	0.002	0.002

Hasil analisis tegangan dengan beban 60 kg menggunakan metode *displacement* diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. *Displacement* pada desain dengan beban 60 kg

Hasil simulasi menunjukkan bahwa *deformasi* terbesar terjadi pada rangka bagian tengah, dimana rangka utama bagian tengah berfungsi sebagai tempat tumpuan transmisi bearing dengan besar defomasi 4,073 mm, dan total deformasi terkecil terjadi pada bagian tumpuan belakang.

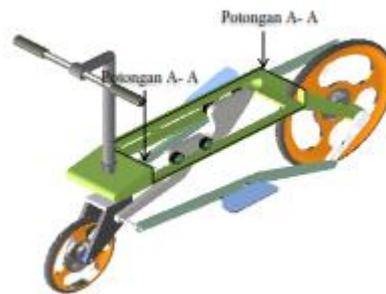
Tabel 2. Hasil *Von misses stress* untuk beberapa variasi pembebanan

		beban (kg)	60	75	90
<i>Displacement</i> (mm)	maks		4.073	5.094	6.110
	min		0	0	0

C. Analisis Kebutuhan Material dan Rantai Proses Produksi Skuter

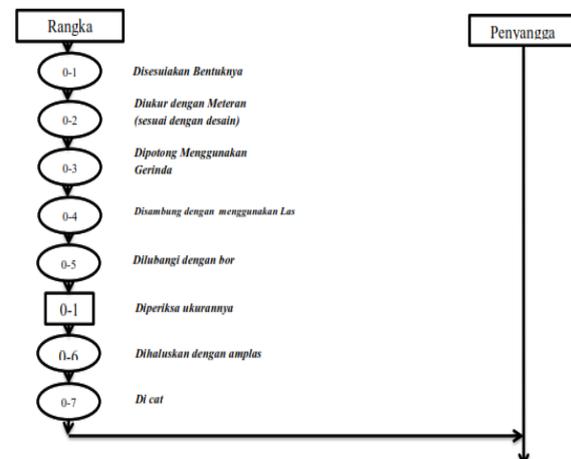
1) *Unit Rangka*

Rangka adalah komponen utama dari skuter 2 pedal menggunakan penggerak bearing, yang berfungsi sebagai penyangga komponen-komponen lainnya seperti diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Rangka utama

Rantai proses unit rangka adalah susunan proses pembuatan yang dilakukan pada unit atau komponen rangka dari awal hingga selesai. Pada Pada unit rangka dilakukan serangkaian proses pengerjaan yang dapat dilihat pada Gambar 10.

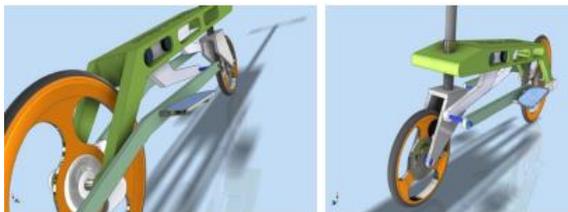


Gambar 10. Rantai proses unit rangka skuter

Pada Gambar 10 dapat dilihat rantai proses pembuatan rangka. Diawali dengan proses pengukuran menggunakan meteran sesuai dengan gambar yang diinginkan lalu dilakukan pemotongan. Setelah itu dilakukan proses penyambungan menggunakan las listrik dan digerinda pada bagian kedudukan bearing. Selanjutnya dilakukan pemasangan dempul pada rangka dan ditunggu sampai mengering untuk selanjutnya dilakukan proses pengampalasan pada semua rangka yang sudah didempul. Selanjutnya proses akhir yaitu pengecatan pada semua bagian rangka.

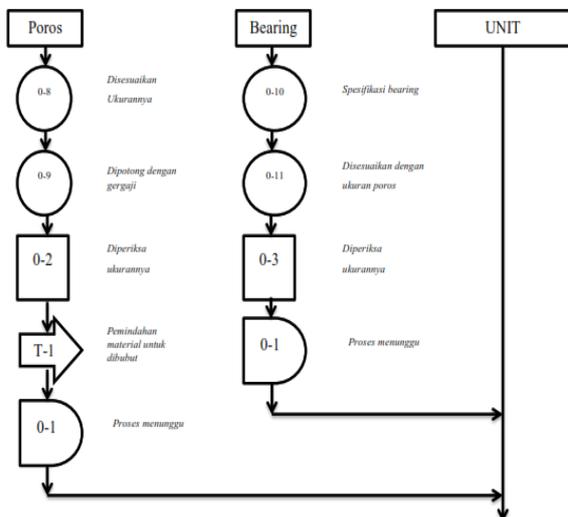
2) Unit Transmisi Skuter

Unit transmisi secara umum sebagai salah satu komponen sistem pemindahan tenaga mempunyai fungsi meneruskan tenaga, mengubah momen yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan dimungkinkan kendaraan dapat bejalan mundur pada kendaran 2 roda.



Gambar 11. Unit Transmisi Skuter

Rantai proses unit transmisi adalah susunan proses pembuatan yang dilakukan pada unit atau komponen transmisi dari awal hingga akhir. Pada proses transmisi dilakukan proses pengerjaan pada poros dan menentukan spesifikasi bearing yang digunakan. Pada proses transmisi skuter 2 pedal menggunakan penggerak bearing ini, terdapat serangkaian langkah proses pembuatan seperti diperlihatkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Rantai proses unit transmisi

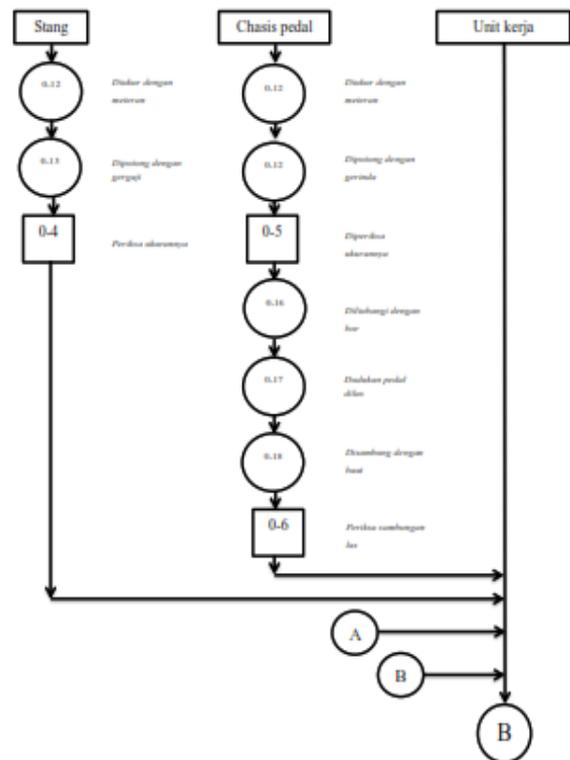
Pada Gambar 12 terlihat bahwa rantai proses unit transmisi terdiri dari 2 komponen yaitu poros dan pemilihan spesifikasi bearing. Dalam pengerjaan poros dilakukan penyesuaian ukuran sesuai dengan kebutuhan desain, kemudian dipotong menggunakan gergaji potong, selanjutnya diperiksa ukurannya agar tidak terjadi kesalahan. Proses selanjutnya adalah pembubutan untuk mendapatkan profil poros bertingkat, dan diakhiri dengan proses menunggu.

3) Unit Kerja

Unit kerja pada skuter ini terdiri dari 2 bagian yaitu komponen stang dan pedal seperti diperlihatkan pada Gambar 13. Rantai proses unit kerja diperlihatkan pada Gambar 14.



Gambar 13. Unit kerja Skuter



Gambar 14. Rantai proses unit kerja

Pada Gambar 14 terlihat bahwa rantai proses unit kerja terdiri dari 2 proses pengerjaan stang dan chasis pedal. Pada pengerjaan stang, proses yang pertama adalah pengukuran menggunakan meteran agar sesuai ukurannya, lalu dipotong menggunakan gerinda, selanjutnya diperiksa agar tidak terjadi kesalahan.

Pada proses pengerjaan chasis pedal, langkah pertama adalah penyesuaian ukuran agar sesuai dengan bentuk hasil dirancang, lalu dipotong menggunakan gerinda, kemudian diperiksa ukurannya. Langkah selanjutnya adalah pembuatan lubang menggunakan mesin bor dan kemudian dudukan pedal dilas serta disambung dengan baut, kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan sambungan las.

D. Evaluasi Hasil Desain Menggunakan Metode QFD

QFD merupakan suatu metodologi yang digunakan untuk mengantisipasi dan menentukan prioritas kebutuhan dan keinginan konsumen, serta menggabungkan kebutuhan dan keinginan konsumen tersebut dalam produk yang dibutuhkan oleh konsumen [4].

Dapat diketahui bahwa secara spesifik manfaat penerapan dari QFD yaitu sebagai berikut

- Meningkatkan keandalan produk
- Meningkatkan kualitas produk
- Meningkatkan kepuasan konsumen
- Mereduksi biaya perancangan
- Meningkatkan komunikasi
- Meningkatkan keuntungan perusahaan

Perbandingan hasil rancangan skuter dengan produk yang sudah ada di pasaran diperlihatkan pada Gambar 15.

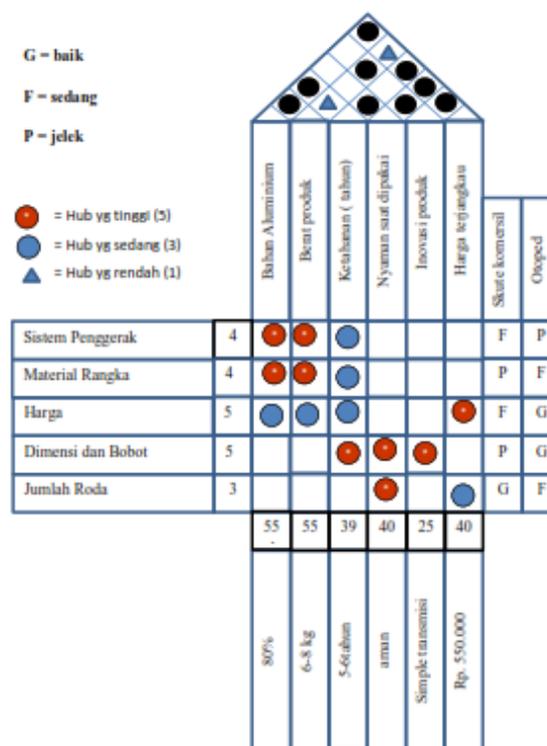


Gambar 15. Beberapa jenis skuter (a) Skuter 2 Pedal hasil rancangan (b) otoped, (c) skuter komersil

Tabel 3. Perbandingan beberapa jenis skuter

Uraian	Otoped	Skuter komersil	Skuter berpengerak bearing
Sistim pengerak	Dorongan kaki	Tekanan pedal	Tekanan pedal
Material rangka	Baja Ringan	Baja	Aluminium
Harga	Rp. 315.000	Rp. 950.000	Rp. 550.000
Dimensi dan Bobot	4 kg	10 kg	8 kg
Jumlah Roda	2 buah	3 buah	2 buah

Evaluasi desain produk skuter 2 pedal dengan metode *quality function development* menggunakan *house of quality* diperlihatkan pada Gambar 16.



Gambar 16. House of quality rancangan skuter

Bahan yang digunakan pada skuter 2 pedal berpengerak bearing adalah kombinasi aluminium dan baja dengan persentase 80%: 20% yang menjadikan skuter tidak berkarat, ringan, dan ulet. Sedangkan komposisi bahan yang digunakan pada otoped adalah 60%: 40% sehingga otoped lebih berat dan kurang ulet.

Harga rancangan skuter 2 pedal lebih mahal dibandingkan dengan otoped dikarenakan inovasi pada skuter 2 pedal khususnya pada bagian sistem transmisi. Desain skuter 2 pedal menggunakan pengerak bearing sebagai salah satu inovasi nyaman dipakai bagi penggunaannya. Berdasarkan analisis menggunakan *house of quality*, skuter 2 pedal berpengerak bearing lebih baik daripada otoped karena tahan karat, lebih ringan dan nyaman bagi penggunaannya. Dari sisi harga, otoped lebih murah dibandingkan skuter 2 pedal berpengerak bearing.

5. Simpulan

Hasil evaluasi desain produk skuter 2 pedal dengan metode *quality function development* menunjukkan bahwa tegangan yang paling tinggi terjadi pada beban 90 kg dengan displacement sebesar 6,11 mm dan masih aman untuk digunakan. Selanjutnya rancangan Skuter 2 pedal lebih baik dari otoped dalam hal sistem transmisi dan ergonomis serta lebih baik dari skuter komersil dari aspek bobot.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada seluruh dosen teknik mesin, asisten laboratorium konstruksi dan workshop mesin ITP atas bantuan dan kerjasamanya dalam pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- [1] D.M.N. Aqshal, “Analisis Perbandingan Faktor Keamanan Rangka Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015,” Jurnal Teknik Mesin, Vol. 09, No. 3. 2020.
- [2] M. Awwaluddin, “Analisis Tegangan Statik dan Dinamik Menggunakan FFA (*Finite element analysis*),” 2016.
- [3] Y. Akao, “*Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements Into Product Design*,” Cambridge, Productivity Press, 2016.
- [4] L. Cohen, “*Quality Function Deployment: How To Make QFD Work For You*,” Addison Wesley Publishing, Massachusetts, 2016.
- [5] Gaspersz, “Analisa Untuk Peningkatan Kualitas,” PT. Gramedia Pustaka, Jakarta, . 2001.
- [6] V. Rask, “How to Get Started with Autodesk Inventor Stress Analysis,” 2016. Diakses pada tanggal 24 April 2019. <https://cadsetterout.com/inventor-tutorials/get-started-with-autodesk-inventor-stress-analysis/>.