

Table Of Content

Journal Cover	2
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 2 (2024): April

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i2.1116 . Article type: (Innovation in Mechanical Engineering)

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

DFA Analysis Revolutionizes FSAE Steering, Enhancing Efficiency in Automotive Design

Analisis DFA Merevolusi Kemudi FSAE, Meningkatkan Efisiensi dalam Desain Otomotif

Mukhammad Isa Kurniawan, Kurniawanisa123@gmail.com, (0)

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
[<https://ror.org/017hvkd88>], Indonesia*

Mulyadi, mulyadi@umsida.ac.id, (1)

*Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
[<https://ror.org/017hvkd88>], Indonesia*

⁽¹⁾ Corresponding author

Abstract

In the dynamic realm of automotive engineering, particularly in Formula Society of Automotive Engineers (FSAE) racing, where vehicle assessment is based on efficiency, motor power, chassis dynamics, and steering, there exists a notable focus on steering system design. This research delves into the conceptualization and component development aimed at aiding automotive mechanics in crafting steering systems for FSAE race cars. Employing Solid Edge 2021 software, the study utilizes the Design of Assembly (DFA) analysis method to streamline the mechanical process. Through DFA analysis, the study assesses various Technical Attributes (TAs) of the steering system, revealing values ranging from 0.548 to 1.765. The ideal steering system ensures that the desired steering input by the driver aligns with the output motion of the vehicle, known as the Ackerman condition. Steering gear mechanisms translate rotational motion into translation and adjust the effort applied to the steering linkage. The study's findings contribute to the advancement of steering system design in FSAE vehicles, emphasizing ergonomic considerations and the utilization of advanced software tools like Catia and Solid Edge 2021 for enhanced performance and safety.

Highlight:

FSAE steering: DFA analysis enhances design efficiency for racing vehicles.
Software aid: Solid Edge 2021 streamlines FSAE steering system development.
Ergonomic focus: Design prioritizes driver comfort and vehicle performance optimization.

Keyword: FSAE vehicles, Steering system design, DFA analysis, Solid Edge 2021, Ergonomics

Published date: 2024-05-16 00:00:00

PENDAHULUAN

FSAE (Formula Society of Automotive Engineers) awal mulanya diadakan oleh American Society of Automotive Engineers untuk para mahasiswa dalam bidang perancangan dan pembuatan mobil balap yang penilaiannya berdasarkan pada efisiensi, tenaga motor dan lain sebagainya.[1] Adapun sistem kemudi adalah sistem yang berfungsi mengatur arah dan membelokkan kendaraan dengan cara membelokkan roda depan. Cara kerjanya bila *steering wheel* (roda kemudi) diputar.[2] Pada sistem kemudibiasanya juga terjadi suatu permasalahan yang mana salah satunya pada sistem prancangan yang buruk, yang mengakibatkan sudut belok yang tidak sesuai kondisi (dimensi) kendaraan.[3] Fungsi sistem kemudi adalah untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokkan roda dengan putarnya ke *steering gear* (roda gigi kemudi). *Steering gear* memperbesar tenaga putar ini sehingga dihasilkan momen puntir yang lebih besar untuk diteruskan ke *steering linkage* akan meneruskan gerakan *steering gear* ke roda-roda depan.[4] Desain dari sistem kemudi ini menentukan tingkat keamanan dan kenyamanan saat berkendara. Karena pada saat ini banyak mobil-mobil modern yang mempunyai ban berukuran lebar dengan tekanan yang rendah, sehingga mengakibatkan bidang ban dengan permukaan jalan semakin besar.[5] Adapun tinjauan dari segi kenyamanan dalam mengemudikan kendaraan, maka teknologi sistem kemudi pada saat ini terus berkembang. Mulai dari sistem kemudi manual sederhana yang hanya menggunakan roda gigi yang sederhana untuk mengubah arah gaya untuk membelokkan ban, dengan berkembang sistem.[6] Kelebihan sistem kemudi *power steering* pada saat ini dalam keadaan stationer dan berjalan lambat putaran kemudi ringan. Pengaturan *steering effort* berdasarkan kecepatan kendaraan. Ketika kendaraan melewati jalan yang rusak pada kecepatan sedang dan cepat, meskipun ada rintangan besar dari permukaan jalan, namun tidak akan mempengaruhi arah control kemudi, karena tekanan output hydraulic untuk *steering effort* menjadi tinggi sama seperti *power steering* konvensional. Kekurangan sistem kemudi *power steering* pada saat ini dalam sistem ini, pengontrolan perubahan beban lebih sulit dilakukan.[7]

METODE

Sistem kemudi yang ideal adalah dimana input gerakan belok yang diinginkan oleh pengemudi sesuai dengan output gerak belok yang dihasilkan oleh kendaraan, kondisi tersebut dinamakan kondisi *Ackerman*. Pada *steering gear* mengubah arah gerak rotasi menjadi translasi serta menyesuaikan usaha yang diberikan pada roda kemudi ke *steering linkage*. Gerakan *steering linkage* yang terdiri dari gerakan *tie rod* kemudian menggerakkan *steering knuckle* sehingga roda dapat ikut berbelok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Design Steering System Pada Formula Society Of Automotive Engineers (FSAE) akan dijelaskan pada diagram alir sebagai berikut:

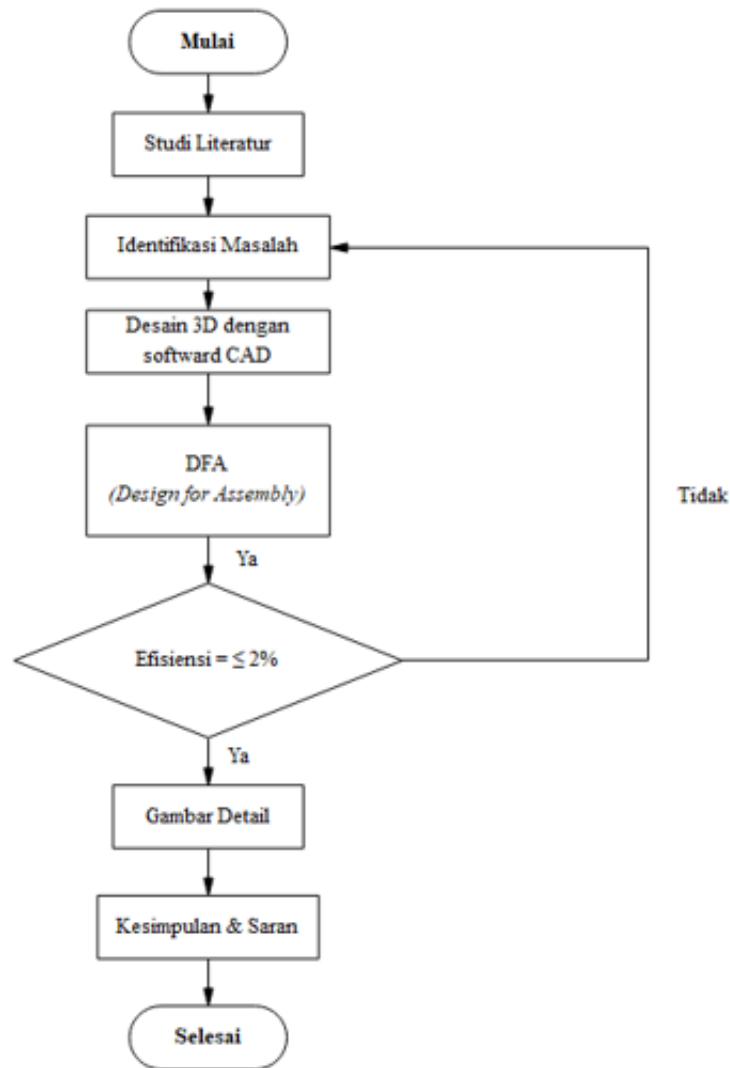


Figure 1. Diagram Alir Penelitian

Design for assembly DFA pada perakitan (assembly) ini memegang peranan yang sangat penting pada waktu proses manufaktur suatu produk. Misalnya, jika kita tidak merancang dengan baik maka dalam perakitan akan mendapatkan kesulitan. Sistem Kemudi Kendaraan yang berbelok menggunakan sistem kemudi untuk mengarahkan kendaraan menuju tempat yang akan dituju. Analisa Komponen Kemudi Mobil Analisa pembawaan (*handling*) serta penyiapan (*insertion*) akan dilakukan pada beberapa komponen sub-perakitan kemudi mobil.

Item Number	File Name (no extension)	Quantity
1	DMASSIS NEW_Default _As Machined...	1
2	suspension arm_Default _As Machined...	4
3	suspension upper arm_Default _As Machined...	4
4	Shock connection_Default _As Machined...	4
5	suspension joint	8
6	front left wheel hub	2
7	front right wheel hub	2
8	rim	4
9	tires	4
10	Shock absorber	4
11	head rest	1
12	BASE PLATE	1
13	Seat _Predeterminado	1
14	Power Steering System	1
15	SHAFT 2	1
16	SHAFT 1	2
17	steering wheel	1
18	01-06	2
19	01-04	2
20	01-02	2
21	01-03	2
22	01-01	2

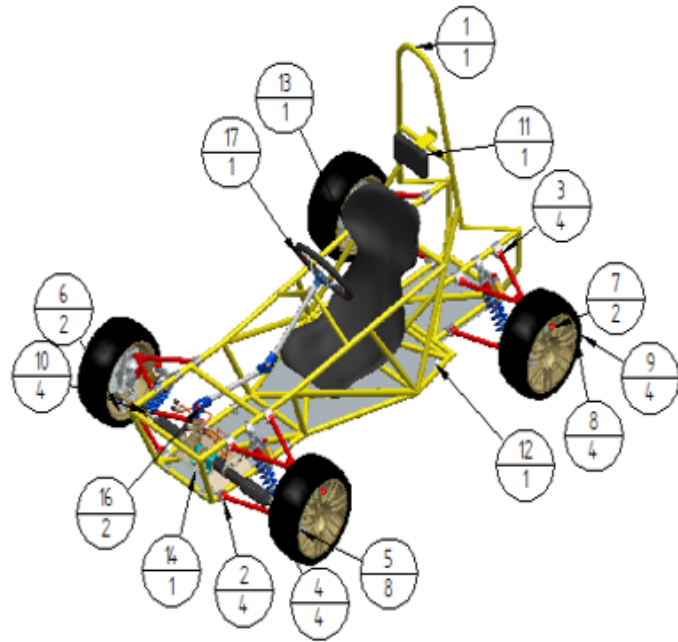


Figure 2.

Gambar 4.2 Tabel perhitungan waktu *handling*

Key:

ONE HAND

Figure 3.

Part can be grasped and manipulation by one hand but only with the use of grasping tools		Parts need tweezers for grasping and manipulation								Parts need standard tools other than tweezers	Parts need special tools for grasping and manipulation		
		Parts can be manipulated without optical magnification				Parts require optical magnification for manipulation							
		Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)		Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)					
		Thickness > 0,25mm	Thickness ≤ 0,25mm	Thickness > 0,25mm	Thickness ≤ 0,25mm	Thickness > 0,25mm	Thickness ≤ 0,25mm	Thickness > 0,25mm	Thickness ≤ 0,25mm				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
ONE HAND WITH GRASPING AIDS	$\alpha \leq 180^\circ$	$0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$	4	3.6	6.85	4.35	7.6	5.6	8.35	6.35	8.6	7	7
	$\beta = 360^\circ$		5	4	7.25	4.75	8	6	8.75	6.75	9	8	8
	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq \beta \leq 180^\circ$	6	4.8	8.05	5.55	8.8	6.8	9.55	7.55	9.8	8	9
	$\beta = 360^\circ$		7	5.1	8.35	5.85	9.1	7.1	9.55	7.85	10.1	9	10

Figure 4.

Parts severely nest or tangle or flexible but can be grasped and lifted by one hand (with the use of grasping tools if necessary) (2)		Parts present no additional handling difficulties					Parts present additional handling difficulties (e.g sticky, delicate, slippery, etc.) (1)					
		$\alpha \leq 180^\circ$		$\alpha = 360^\circ$			$\alpha \leq 180^\circ$		$\alpha = 360^\circ$			
		Size < 15 mm	6mm ≤ size ≤ 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	Size < 15 mm	6mm ≤ size ≤ 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
TWO HANDS FOR MANIPULATION		8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7

Figure 5.

Gambar 4.3 Tabel perhitungan waktu Insertion

Addition of any part (1) where neither the part itself nor any other part is finally secured immediately Part and associated tool (including hands) cannot easily reach the desired location Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location		After assembly no holding down required to maintain orientation and location (3)				Holding down required during subsequent processes to maintain orientation at location (3)			
		Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly		Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly	
		No resistance to insertion	Resistance to Insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to Insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to Insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to Insertion (5)
		0	1	2	3	6	7	8	9
Key : PART ADDED BUT NOT SECURED	0	1.5	2.5	2.5	3.5	5.5	6.5	6.5	7.5
	1	4	5	5	6	8	9	9	10
	2	5.5	6.5	6.5	7.5	9.5	10.5	10.5	11.5

Figure 6.

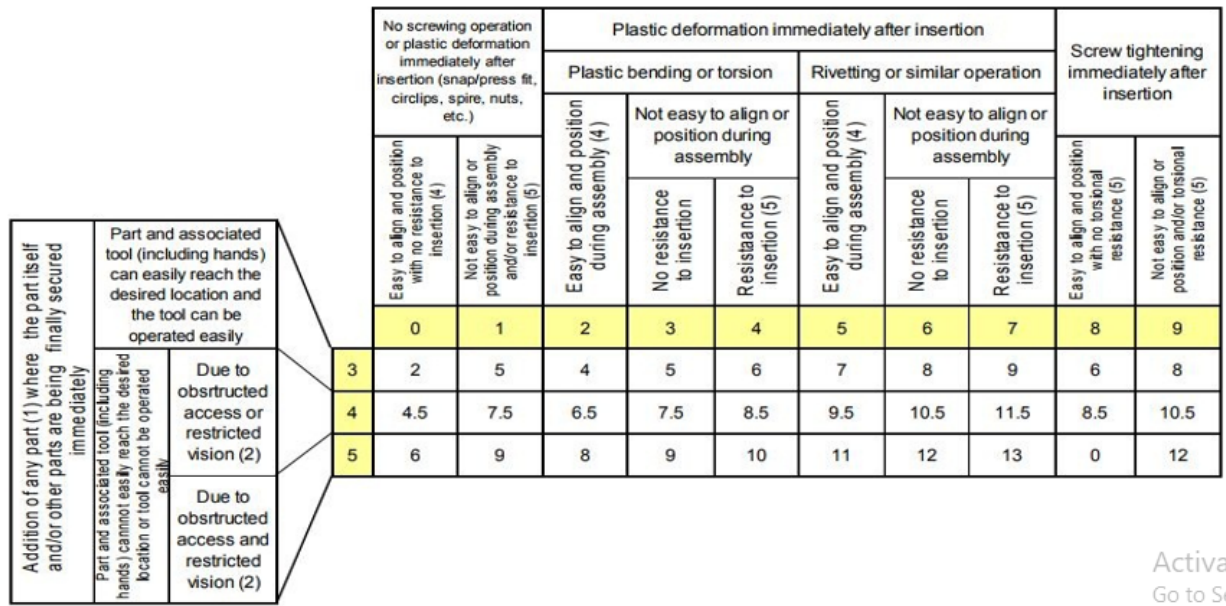


Figure 7.

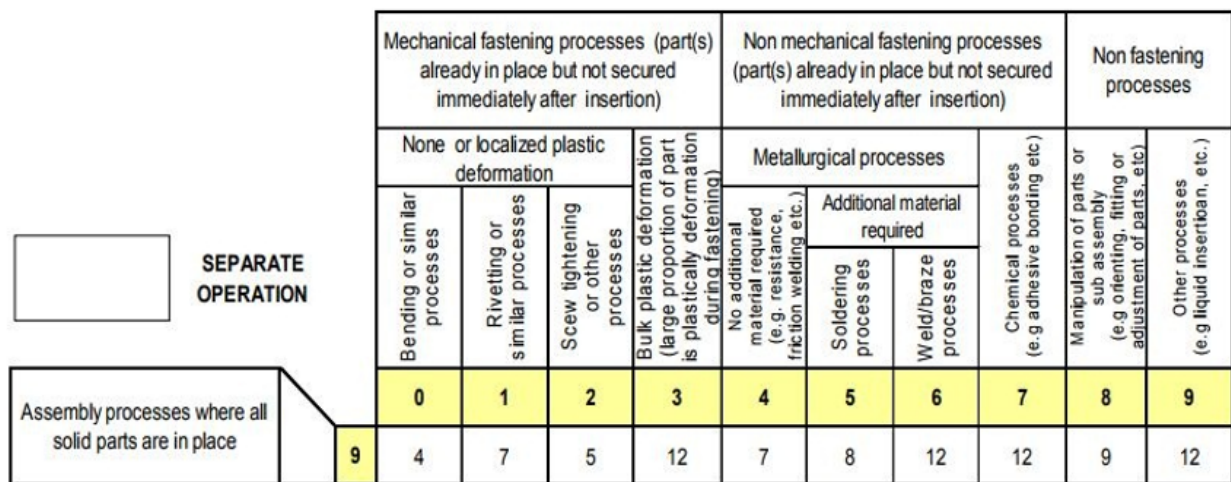


Figure 8.

Sebagai akhir dari proses penerapan DFA adalah membuat desain baru yang efektif dengan indek efisiensi yang lebih besar.

Hasil analisa dan perhitungan pada tiap komponen kemudi mobil dimasukkan pada table berikut :

Tabel 4.5 Desain for assembly Pada Kemudi Mobil

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Part ID no	Name of assembly	Number Of Time The Operation Is Carried Out Consecutivity	Manual Handling code	Manual Handling Time Per Part	Manual Insertion Code	Manual Insertion Time Per Part	Operation time, second = (5) + (7))	Operation cost (Rp) x (8)	Figures For Estimation Of Theoretical Minimum Part
1	Kemudi Mobil	1	1,0	1,5	0,0	1,5	3	10	
2	Poros Utama Kemudi	1	0,1	1,43	3,9	8,0	9,43		

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 25 No. 2 (2024): April

DOI: DOI 10.21070/ijins.v25i2.1116 . Article type: (Innovation in Mechanical Engineering)

3	Batang Kemudi	1	3,0	1,95	0,0	1,5	3,45
4	Gear Penggerak	1	1,1	1,43	0,0	1,5	2,93
5	Ring Garpu Penghubung (Slip Sleeve Yoke)	1	8,4	5,8	0,2	2,5	8,3
6	Garpu Penghubung (Slip Sleeve Yoke) Pada Bagian Atas	1	1,0	1,5	0,0	1,5	3
7	Baut Salip Penghubung (Krist Joint/Universal Joint)	1	0,1	1,43	3,9	8,0	9,43
8	Salip Penghubung (Krist Joint/Universal joint) Antara Garpu penghubung (Sleeve Yoke)	1	3,0	1,95	0,0	1,5	3,45
9	Baut Bagian Garpu penghubung (Sleeve Yoke)	1	1,1	1,43	0,0	1,5	2,93
10	Garpu Penghubung (Sleeve Yoke) Pada Bagian Bawah	1	8,4	5,8	0,2	2,5	8,3
11	Baut Garpu penghubung (Sleeve Yoke)	1	1,0	1,5	0,0	1,5	3
12	Mur Garpu penghubung (Sleeve Yoke)	1	0,1	1,43	3,9	8,0	9,43
13	Gear Gigi Kemudi	1	3,0	1,95	0,0	1,5	3,45
14	Valve Body Housing	1	1,1	1,43	0,0	1,5	2,93
15	Selang Hose Power	1	8,4	5,8	0,2	2,5	8,3

	Steering						
16	Baut Solar	1	1,0	1,5	0,0	1,5	3
17	Baut pada bagian valve body housing	1	0,1	1,43	3,9	8,0	9,43
18	Gear Book Steering	1	3,0	1,95	0,0	1,5	3,45
19	Rack	1	1,1	1,43	0,0	1,5	2,93
20	Karet Seal pada bagian gear book	1	8,4	5,8	0,2	2,5	8,3
21	Klem pada bagian gear book	1	1,0	1,5	0,0	1,5	3
22	Baut pada bagian klem gear book	1	0,1	1,43	3,9	8,0	9,43
23	Karet Rack Boot Pada Bagian luar Rack End	1	3,0	1,95	0,0	1,5	3,45
24	Klem pada bagian selang hose power steering	1	1,1	1,43	0,0	1,5	2,93
25	Karet Siel bagian klem selang hose power steering	1	8,4	5,8	0,2	2,5	8,3
26	Rack End/ Long Tie Rod	1	1,0	1,5	0,0	1,5	3
27	Tie Rod End	1	0,1	1,43	3,9	8,0	9,43
28	Fornt Axle	1	3,0	1,95	0,0	1,5	3,45
29	Baut pada bagian fornt axle	1	1,1	1,43	0,0	1,5	2,93
30	Mur pada bagian fornt axle	1	8,4	5,8	0,2	2,5	8,3
31	Steering Knuckle Arm	1	1,0	1,5	0,0	1,5	3
Total	31	165,66					
TM	CM	NM					

Table 1.

Desain efisiensi = 3 x NM/TM

Untuk mengetahui sejauh mana tingkat efisiensi perakitan dari suatu produk assembly dapat dihitung dengan

rumus :

rumus dari $E = NM \times ta$ yang bagian terkecil

$$E = \frac{NM \times TA}{TA} = \frac{31 \times 2,93}{165,66} = \frac{90,83}{165,66} = 0,548$$

Figure 9.

rumus dari $E = NM \times ta$ yang bagian tengah

$$E = \frac{NM \times TA}{TM} = \frac{31 \times (2,93 + 9,43)}{165,66} = \frac{31 \times 6,18}{165,66} = \frac{191,58}{165,66} = 1.156$$

Rumus dari $E = NM \times ta$ yang bagian terbesar

Figure 10.

Rumus dari $E = NM \times ta$ yang bagian terbesar

$$E = \frac{NM \times TA}{TM} = \frac{31 \times 9,43}{165,66} = \frac{292,33}{165,66} = 1,765$$

Figure 11.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan penelitian perancangan sistem kemudi pada FSAE (*Formula Society of Automotive Engineers*) untuk proses kemajuan bagi bangsa Indonesia yang telah dilakukan, Perubahan konsep tentang bagaimana desain kemudi mobil dengan penambahan regulasi FSAE yang berfungsi dapat meringankan kinerja kenyamanan dalam berkendara, Bagaimana cara membuat desain kemudi mobil FSAE dalam segi ergonomi dengan menggunakan aplikasi *catia*, Perubahan sistem kemudi pada tiap kendaraan tidak sama tergantung dari model kendaraan sistem dan masih banyak factor lainnya dapat meningkatkan daya beloknya kendaraan, Analisa tentang pengujian ergonomi/geometer cara menyelesaikan permasalahan dalam menguji ergonomi/geometer diajarkan menggunakan aplikasi *catia* atau *Solid Edge 2021*.

References

1. S. Team, E. Jurnal, and K. Teknik, "No Title."
2. P. I. Purboputro, M. A. H., M. A. Saputro, and W. Setiyadi, "Uji Kemampuan Rancangan Sistem Kemudi, Transmisi, dan Pengereman pada Mobil Listrik Prototype 'Ababil'," in Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering, Surabaya, Indonesia, 2018, pp. 118-127.
3. D. T. Mesin, F. Teknik, U. N. Surabaya, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "Enggal Putra Pradana Aris Ansori," pp. 5-9.
4. P. Mobil, L. Semut, B. Setyono, and Y. Setiawan, "Rancang Bangun Sistem Transmisi, KEMUDI, DAN," in Proceedings of the International Conference on Automotive Engineering, Jakarta, Indonesia, 2015, pp. 89-96.
5. K. S. Kemudi and A. T. P. Awal, "Perancangan mekanisme uji karakteristik sistem kemudi," pp. 1-5.
6. A. Nasution, "Studi Eksperimental Karakteristik Pembebanan pada Sistem Kemudi Power Steering Mobil Daihatsu Taft Hiline," Surabaya Journal of Automotive Engineering, vol. 3, no. 2, pp. 45-52, 2017.
7. A. H. Sulistya, F. Teknik, and U. S. Dharma, "With Front Wheel Drive By: Antonius Hery Sulistya Mechanical Engineering Study Program Engineering Faculty," 2006.