

Implementation of Design For Assembly In The Design of Two-Wheeled Motor Chassis (Case Study at Hummeroad Workshop) **[Implementasi Design For Assembly Pada Perancangan Chassis Motor Roda Dua (Studi Kasus Pada Bengkel Hummeroad)]**

Debby Octavianto¹⁾, Ribangun Bambang Jakaria ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: ribangunbz@umsida.ac.id

Abstract. *The use of two-wheeled motorbikes is growing very rapidly in Indonesia. This is because two-wheeled motorbikes are a flexible, affordable and easy-to-use means of transportation for daily needs. Apart from being a means of transportation, two-wheeled motorbikes are also used to convey art by modifying them. One component of a two-wheeled motorbike that can be modified is the chassis. The chassis is a frame made of iron or steel and functions as a support for the weight and load of the vehicle, engine and passengers. At the Hummeroad repair shop, chassis modifications are carried out on a made by order system. Therefore, before carrying out chassis modifications, it is necessary to determine the desired assembly design and estimate the costs required. This research aims to: (1) determine the implementation of Design for Assembly (DFA) on two-wheeled motorbike chassis at the Hummeroad Workshop, (2) determine the effect of the DFA method on the assembly costs of two-wheeled motorbike chassis at the Hummeroad Workshop, (3) determine the effect of the DFA method on design efficiency two-wheeled motorbike chassis at the Hummeroad Workshop. This research uses DFA to design a customized two-wheeled motorbike chassis. The research results show labor cost savings of IDR 200,000,- material cost savings of IDR 500,000,- assembly time savings of up to 1.39 hours, and assembly efficiency reaching 14% for each item. This shows that the DFA method can be used as an alternative for product design and development.*

Keywords - *Chassis, Customization, Design For Assembly (DFA), Two Wheel Motorcycle*

Abstrak. *Penggunaan motor roda dua tumbuh sangat pesat di Indonesia. Hal ini karena motor roda dua merupakan alat transportasi yang fleksibel, terjangkau, dan mudah digunakan untuk keperluan sehari-hari. Selain sebagai alat transportasi, motor roda dua juga dimanfaatkan untuk menyalurkan seni dengan cara memodifikasinya. Salah satu komponen motor roda dua yang dapat dimodifikasi yaitu chasis. Chasis merupakan rangka yang terbuat dari besi atau baja dan yang menopang berat dan beban kendaraan, mesin, serta penumpang. Pada bengkel reparasi Hummeroad, modifikasi chasis dilakukan dengan sistem made by order. Karena itu, sebelum melakukan modifikasi chasis, perlu ditentukan desain rakitan yang diinginkan dan estimasi biaya yang dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui implementasi Design for Assembly (DFA) pada chasis motor roda dua yang dilakukan di Bengkel Hummeroad, (2) mengetahui pengaruh metode DFA pada biaya perakitan chasis motor roda dua di Bengkel Hummeroad, (3) mengetahui pengaruh metode DFA pada efisiensi desain chasis motor roda dua di Bengkel Hummeroad. Penelitian ini menggunakan DFA untuk mendesain chasis motor roda dua kustomisasi. Hasil penelitian menunjukkan penghematan biaya tenaga kerja sebesar Rp 200.000,- penghematan biaya material sebesar Rp 500.000,- penghematan waktu perakitan hingga 1,39 jam, dan efisiensi perakitannya mencapai 14% untuk setiap item. Hal ini menunjukkan bahwa metode DFA dapat dimanfaatkan sebagai alternatif perancangan dan pengembangan produk.*

Kata Kunci - *Chasis, Design For Assembly (DFA), Kustomisasi, Motor Roda Dua*

I. PENDAHULUAN

Penggunaan motor roda dua tumbuh sangat pesat di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pertumbuhan penggunaan motor roda dua di Indonesia mencapai 48,9 juta unit atau 64% sepanjang tahun 2012 hingga 2022. Pada akhir tahun 2022 tercatat 125,3 juta unit sepeda motor di Indonesia [1]. Hal ini karena motor roda dua merupakan alat transportasi yang fleksibel, terjangkau, dan mudah digunakan untuk keperluan sehari-hari [2]. Selain sebagai alat transportasi, motor roda dua juga dimanfaatkan untuk menyalurkan seni dengan cara memodifikasinya. Salah satu komponen motor roda dua yang dapat dimodifikasi yaitu chasis.

Chasis merupakan rangka yang terbuat dari besi atau baja dan berfungsi sebagai penopang berat dan beban kendaraan, mesin, serta penumpang [3]. Chasis di motor roda dua memiliki standart pabrik yang disesuaikan dengan desain dari masing-masing pabrik. Namun desain chasis yang dinilai monoton dan membosankan, mendorong masyarakat untuk memodifikasinya di bengkel-bengkel reparasi. Modifikasi chasis di bengkel reparasi dapat

disesuaikan dengan desain yang diinginkan dan biaya yang dimiliki [4]. Mendesain ulang produk merupakan salah satu potensi perbaikan yang diterapkan pada beberapa aspek [5].

Pada prinsip pengembangan produk, selalu mengacu pada 3 aspek kualitas produk, yaitu aspek teknis (fungsi & spesifikasi), biaya dan waktu pembuatan. Aspek teknis menitikberatkan pada analisa kekuatan material, faktor keamanan, fungsional dan kenyamanan. Sedangkan aspek biaya dan waktu pembuatan berhubungan erat dengan aspek ekonomis. Dimana kedua aspek tersebut sangat tergantung pada proses manufaktur dan perakitan [6]. Karena itu, sebelum melakukan modifikasi chasis, perlu ditentukan desain rakitan yang diinginkan dan estimasi biaya yang dibutuhkan [7].

Berbagai metode perakitan telah dikembangkan. Salah satu metode yang dinilai aplikatif dan ekonomis untuk perakitan chasis motor roda dua yaitu metode *Design for Assembly* (DFA) [8]. Metode ini bertujuan untuk mempermudah proses perakitan sehingga biaya perakitan dan waktu dapat diminimalisir [8]. Metode tersebut dapat membantu bidang manufaktur membuat produk kompetitif, tanpa mengurangi aspek teknis dan fungsional produk. Dengan kata lain metode DFA dapat menurunkan biaya perakitan namun tetap mempertahankan kualitas produk, sehingga dapat meningkatkan daya saing produk [6]. Adanya peningkatan efisiensi desain perakitan *body* mobil pick-up dengan menggunakan metode DFA dalam penelitiannya [6]. Meskipun metode DFA dinilai aplikatif dan ekonomis, namun belum banyak bengkel reparasi yang menggunakan metode ini untuk perakitan chasis motor roda dua. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui implementasi DFA pada chasis motor roda dua yang dilakukan di Bengkel Hummerroad, mengetahui pengaruh metode DFA pada biaya perakitan chasis motor roda dua di Bengkel Hummerroad, dan mengetahui pengaruh metode DFA pada efisiensi desain chasis motor roda dua di Bengkel Hummerroad.

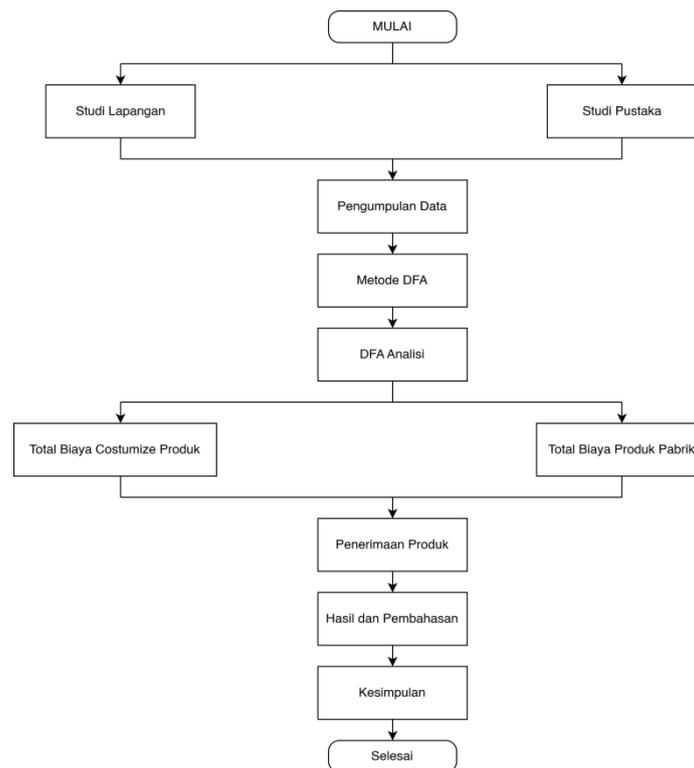
Pada penelitian sebelumnya, belum ditemukan penelitian yang menerapkan metode DFA pada produk chasis motor roda dua khususnya tipe *caferacer*. Peneliti menggunakan hasil dari beberapa penelitian dengan produk yang berbeda serta mampu meningkatkan nilai efisiensi yang menjadi dasar penerapan metode DFA pada produk chasis motor roda dua. Pada penelitian sebelumnya dengan produk yang berbeda, penerapan metode DFA pada produk *body* mobil pick-up dimana hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan nilai efisiensi sebesar 2,57%, yaitu dari 20,52% pada efisiensi desain perakitan desain mobil lama, menjadi 23,09% pada efisiensi perakitan desain mobil baru. Penelitian lainnya pada produk *vaccine carrier* adanya peningkatan nilai efisiensi sebesar 6%, yaitu dari 18% pada efisiensi perakitan desain lama, menjadi 24% pada efisiensi perakitan desain baru. Diperkuat dengan penelitian lainnya pada produk *redesign* CNC router dimana adanya peningkatan nilai efisiensi sebesar 7,1%, yaitu dari 12,2% pada efisiensi perakitan desain awal, menjadi 19,3% pada efisiensi perakitan desain baru.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan dimulai dari bulan Februari hingga April tahun 2023 di bengkel Hummerrouid yang terletak di Tanggulangin, Sidoarjo dengan mengundang komunitas motor *caferacer* sebanyak 50 orang untuk memberikan penilaian terhadap chasis kustomisasi. Bengkel ini merupakan bengkel yang berfokus pada pengerjaan desain produk chasis motor roda dua. Namun yang digunakan pada penelitian ini chasis motor *caferacer* Yamaha Scorpio 225 CC.

Penelitian dilakukan dengan studi lapangan serta studi pustaka. Studi pustaka dengan mengumpulkan jurnal, buku dan sumber lainnya yang berkaitan dengan metode *design for assembly* serta mempelajari hasil dari masing-masing penelitian yang sudah ada dengan produk yang berbeda. Studi lapangan dengan menentukan tujuan penelitian dan memilih lokasi penelitian. Setelah itu melakukan pengumpulan data terkait durasi perakitan chasis model original pabrik dan chasis kustomisasi, biaya tenaga kerja, biaya material, dan data kepuasan terhadap hasil kustomisasi. Dari data yang sudah dikumpulkan, metode DFA yang cocok dalam penelitian ini. Adapun metode yang serupa dalam mengoptimalkan desain produk seperti *design for reliability* (fokus pada meningkatkan keandalan produk), *design for maintainability* (fokus pada kemudahan pemeliharaan dan perbaikan produk), dan *design for safety* (fokus pada keselamatan penggunaan produk). Namun ketiga metode tersebut dirasa kurang tepat karena tidak berfokus pada efisiensi pengerjaan desain produk baik durasi pengerjaan maupun biaya pengerjaan. Dilakukan analisis DFA. Dari analisis DFA tersebut didapat hasil total biaya chasis dari pabrik dan hasil dari kustomisasi kemudian daya terima produk chasis tersebut dilihat dengan menggunakan kuesioner untuk menilai kualitas produk, pelayanan pelanggan dan harga chasis.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode DFA. Penggunaan metode ini bertujuan untuk merancang produk chasis motor roda dua yang sesuai dengan permintaan konsumen dan biaya produksi chasis yang diminimalisir. Disamping itu juga bertujuan untuk memperoleh variabel alternatif perakitan chasis, mulai dari komponen penyusunnya, estimasi keseluruhan biaya, estimasi waktu perakitan, serta efisiensi perakitan chasis motor roda dua. Data dianalisis menggunakan aplikasi *SPSS* dengan pengujian *paired t-test* untuk melihat adanya perbedaan sebelum dan sesudah di modifikasi. Kriteria inklusi komunitas motor *caferacer* yang bersedia memberikan penilaiannya terhadap kustomisasi chasis dari segi kualitas produk, pelayanan pelanggan dan harga chasis.



Gambar 1. Alur Pelaksanaan Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dengan melakukan studi lapangan ke bengkel Hummerroad. Data yang dikumpulkan diantaranya desain chasis motor roda dua pabrik, jumlah komponen yang digunakan, material dan biaya material yang digunakan, waktu perakitan, serta tingkat kesalahan perangkaian produk. Berdasarkan data yang diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode DFA untuk memperoleh tingkat efisiensi perakitan chasis motor roda dua.

B. Desain Chasis Motor Roda Dua Kustomisasi

Desain chasis motor roda dua hasil modifikasi harus memiliki keunggulan dibanding chasis bawaan pabrik. Baik keunggulan dari segi desain yang lebih menarik dan efisien, maupun dari segi fungsi yang lebih kuat, kokoh, mampu menahan beban lebih banyak, dan mampu meredam guncangan lebih baik.



Gambar 2. Rancangan Desain Chasis Motor Roda Dua

Pada rancangan chasis motor roda dua di Gambar 2, terlihat rancangan desain chasis yang lebih sederhana dan ergonomis agar pengendara motor roda dua memperoleh kenyamanan selama berkendara. Pada rancangan desain

chasis di atas, selain nilai estetikanya yang meningkat, jumlah komponen yang digunakan juga lebih sedikit dan efisien, sehingga dapat menekan total biaya material yang dibutuhkan.

C. Perbandingan Biaya Chasis Bawaan Pabrik dan Chasis Kustomisasi

Berdasarkan hasil studi lapangan ke bengkel Hummerroad, perbandingan biaya tenaga kerja dan biaya material chasis motor roda dua bawaan pabrik dan chasis motor roda dua kustom dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Perbandingan biaya chasis bawaan pabrik dan chasis kustom

Nama Chasis	Jenis Chasis	Bahan Chasis	Jumlah Komponen	Waktu Perakitan	Biaya Tenaga Kerja (Rp.)	%Kesalahan (Error Rate)	Kemudahan Perakitan	Biaya Material (Rp.)
Pabrik	Double Cradle Frame	Baja	30	11	950.000	3	40	8.000.000
Kustom	Double Cradle Frame	Baja	30	10	750.000	2	40	7.500.000

Berdasarkan data pada Tabel 1, biaya tenaga kerja yang dibutuhkan untuk merakit chasis motor roda dua bawaan pabrik yaitu Rp 950.000,-. Sedangkan biaya tenaga kerja yang dibutuhkan untuk merakit chasis motor roda dua kustom yaitu Rp 750.000,-. Hal ini menunjukkan bahwa perakitan motor roda dua kustom dengan metode DFA dapat menghemat biaya tenaga kerja sebesar Rp 200.000,-. Selain itu, juga dapat dilihat bahwa biaya material yang dibutuhkan untuk merakit chasis motor roda dua bawaan pabrik yaitu Rp 8.000.000,-. Sedangkan biaya material yang dibutuhkan untuk merakit chasis motor roda dua kustom yaitu Rp 7.500.000,-. Hal ini menunjukkan bahwa perakitan motor roda dua kustom dengan metode DFA dapat menghemat biaya material sebesar Rp 500.000,-.

D. Waktu Perakitan Chasis Kustomisasi

Parameter lain yang perlu dipertimbangkan selain biaya yaitu efisiensi waktu dalam perakitan chasis motor roda dua. Berdasarkan hasil studi lapangan ke bengkel Hummerroad, perbandingan waktu perakitan chasis motor roda dua bawaan pabrik dan chasis motor roda dua kustomisasi dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Perbandingan waktu perakitan chasis bawaan pabrik dan chasis kustomisasi

Komponen	Jumlah	Chasis bawaan pabrik		Chasis kustomisasi	
		Kisaran Waktu Pengerjaan per Komponen (Menit)	Total Waktu Pengerjaan (Menit)	Kisaran Waktu Pengerjaan per Komponen (Menit)	Total Waktu Pengerjaan (Menit)
Main Frame	1	120	120	90	90
Rear Frame	1	90	90	90	90
Front Fork Mount	1	45	45	40	40
Swing Arm	1	60	60	50	50
Engine Mounts	4	15	60	10	40
Footrest Mounts	2	20	40	25	50
Fuel Tank Mounts	3	10	30	10	30
Seat Mounts	2	15	30	15	30
Battery Holder	1	20	20	20	20
Electrical Wiring Mounts	5	10	50	10	50
Exhaust Mount	1	15	15	15	15
Radiator Mount	1	25	25	20	20
Subframe Connectors	2	20	40	20	40
Headlight Bracket	1	15	15	12	12
Handlebar Mount	1	20	20	10	10
Foot Pegs	2	15	30	10	20
Kickstand Mount	1	10	10	10	10
TOTAL	30	8,75 Jam	11,67 Jam	7,62 jam	10,28 jam

Berdasarkan data pada Tabel 2, terdapat 17 komponen pendukung chasis motor roda dua, dengan total komponen yang digunakan yaitu 30 komponen. Total waktu perakitan komponen-komponen penyusun chasis motor roda dua

bawaan pabrik yaitu 11,67 jam. Sedangkan total waktu perakitan komponen-komponen penyusun chasis kustomisasi yaitu 10,28 jam. Hal ini menunjukkan bahwa perakitan motor roda dua kustomisasi dengan metode DFA dapat menghemat waktu hingga 1,39 jam, dimana hal ini juga dapat meminimalisir biaya tenaga kerja.

E. Efisiensi Perakitan

Salah satu hal terpenting yang dilakukan dalam perancangan dan pengembangan produk dengan metode DFA adalah perhitungan efisiensi desain perakitan sebuah produk. Efisiensi desain perakitan adalah perbandingan antara waktu perakitan minimum teoritis dengan waktu perakitan sesungguhnya [6]. Efisiensi desain perakitan tergantung dari beberapa faktor, seperti: faktor kesulitan pemegangan, jumlah komponen, dimensi komponen, estimasi waktu dan biaya perakitan. Perhitungan efisiensi dari perakitan sebuah produk dapat memanfaatkan persamaan berikut:

$$E_{ma} = N_{\min} \times \frac{t_a}{t_{ma}} \quad (1)$$

Dimana:

E_{ma} = DFA Index

N_{\min} = Jumlah komponen minim dengan cara teoritis

t_a = Waktu perakitan dasar setiap komponen (± 3 detik)

t_{ma} = Waktu perakitan keseluruhan komponen

Diperoleh hasil efisiensi sebagai berikut:

$$E_{ma} = \frac{3 \times t_a}{t_{ma}} = \frac{3 \times 30}{10,28 \times 60} = \frac{90}{616} = 0,14$$

Sebelum adanya perbaikan tingkat efisiensi desain perakitan motor roda dua bawaan pabrik yaitu sebesar 0,1285 atau setara dengan 12,85%. Diperoleh hasil efisiensi desain perakitan motor roda dua kustomisasi yaitu sebesar 0,14 atau setara dengan 14%.

F. Perbandingan Desain Chasis Bawaan Pabrik dan Chasis Kustomisasi

Perbandingan desain chasis motor roda dua bawaan pabrik dan chasis motor roda dua kustomisasi dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Chasis Bawaan Pabrik (kiri) dan Chasis Kustomisasi (kanan)

Berdasarkan Gambar 3 terlihat perbedaan desain kedua chasis motor roda dua tersebut. Chasis motor roda dua kustomisasi (model chasis dengan desain baru) memiliki keunggulan dari segi bentuk yang lebih kokoh dan kuat, desain yang efisien, serta tampilan yang menarik dibandingkan chasis motor bawaan pabrik.

G. Pembahasan

Desain chasis motor roda dua kustomisasi pada penelitian ini dapat menghemat biaya tenaga kerja sebesar Rp 200.000,- dan menghemat biaya material sebesar Rp 500.000,- dibandingkan dengan chasis motor roda dua bawaan pabrik. Hasil analisa menggunakan SPSS diperoleh bahwa variansi kedua kelompok memiliki perbedaan yang signifikan dikarenakan nilai sig. yang diperoleh ≤ 0 . Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata biaya perakitan chasis motor roda dua bawaan pabrik lebih tinggi, dibandingkan dengan biaya perakitan chasis motor roda dua kustomisasi. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian *redesign* produk oven kua, dimana metode DFA dapat menghemat biaya

produksi oven dengan selisih harga sebesar Rp30.000. Dimana total dari harga awal sebelum menggunakan metode DFA sebesar Rp180.000,- dibandingkan harga oven sesudah menggunakan metode DFA yaitu sebesar Rp150.000,- [9]. Penelitian lainnya yang melakukan *redesign* pada produk *food processor*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa metode DFA dapat menghemat biaya produksi hingga 0,25 USD atau 16,79 INR [10].

Selain dari segi biaya, waktu perakitan chasis motor roda dua kustomisasi lebih singkat hingga 1,39 jam dibandingkan waktu perakitan chasis motor roda dua bawaan pabrik. Hal ini dikarenakan desain chasis motor roda dua kustomisasi lebih sederhana dibandingkan desain chasis motor roda dua bawaan pabrik. Sehingga efisiensi desain perakitan motor roda dua kustomisasi menggunakan metode DFA mencapai 14% dibanding desain perakitan chasis motor roda dua bawaan pabrik. Hasil penelitian yang meneliti desain perakitan produk *body* mobil pick-up. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa efisiensi desain perakitannya meningkat sebanyak 2,57%, yaitu dari 20,52% pada efisiensi perakitan desain mobil lama, menjadi 23,09% pada efisiensi perakitan desain mobil baru [6].

Hasil penelitian ini juga didukung dengan penelitian lainnya yang menggunakan metode DFA pada mesin pemisah sampah material ferromagnetik dan non-ferromagnetik. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa metode DFA dapat meningkatkan efisiensi perakitan prototipe mesin pemisah sampah material ferromagnetik dan non-ferromagnetik hingga 14,22% secara teori dan 11,83% secara praktek [11]. Penelitian lainnya yang memperkuat hasil penelitian ini. Perancangan dan pengembangan produk *vaccine carrier* menggunakan metode DFA menunjukkan bahwa total waktu *assembling* untuk desain produk awal adalah 519,34 detik dengan nilai efisiensi 18%. Sedangkan total waktu *assembling* pada produk *redesign* adalah 405,63 detik, dengan nilai efisiensi yang meningkat menjadi 24% [12]. Penelitian lainnya yang melakukan *redesign* CNC router menunjukkan hasil serupa. Desain terpilih pada penelitian tersebut memiliki waktu perakitan selama 948 detik atau lebih singkat dibandingkan dengan desain awal yang membutuhkan waktu perakitan 1468 detik. Menggunakan 136 komponen lebih sedikit dibandingkan desain awal yang menggunakan 195 komponen dan memiliki efisiensi mesin yang lebih tinggi yaitu sebesar 19,3% dibandingkan efisiensi desain awal yang hanya 12,2% [8]. Penelitian lainnya dimana metode DFA dapat meningkatkan efisiensi desain oven kue hingga 19% terhadap produk awalnya [9].

IV. SIMPULAN

Penerapan metode DFA dapat membantu perancangan dan pengembangan produk yang di implementasikan pada chasis motor di Bengkel Hummerroad dimana dengan jumlah komponen yang sama mampu meningkatkan tingkat efisiensi perakitan serta durasi pengerjaannya. Terlihat dari perubahan desain chasis bawaan pabrik menjadi desain chasis kutom didapat beberapa penghematan biaya meliputi biaya tenaga kerja, biaya material serta menghemat waktu pengerjaan. Penghematan biaya tenaga kerja sebesar Rp 200.000,-, penghematan biaya material sebesar Rp 500.000,-, penghematan waktu perakitan hingga 1,39 jam, dan efisiensi perakitannya mencapai 14% dari 12,85%. Hal ini menunjukkan bahwa metode DFA dapat dimanfaatkan sebagai alternatif perancangan dan pengembangan produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar dengan bantuan dari seluruh pihak yang bersangkutan. Oleh karena itu, ucapan terima kasih diberikan kepada pihak Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan Bengkel Hummerroad sebagai tempat penelitian.

REFERENSI

- [1] A. Ahdiat, "Ini Pertumbuhan Jumlah Motor Di Indonesia 10 Tahun Terakhir." [Online]. Available: <https://Databoks.Katadata.Co.Id/Datapublish/2023/03/16/Ini-Pertumbuhan-Jumlah-Motor-Di-Indonesia-10-Tahun-Terakhir>
- [2] K. Winata, "Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Motor Baru Berbasis," Vol. 1, No. 1, Pp. 739–746, 2017.
- [3] T. Shantika, E. T. Firmansjah, And I. Naufan, "Perancangan Chassis Type Tubular Space Frame Untuk Kendaraan Listrik," *Poros*, Vol. 15, No. 1, P. 9, 2018, Doi: 10.24912/Poros.V15i1.1250.
- [4] A. Mallinggi And M. Y. Gemilang, "Modifikasi Chasis Sepeda Motor Dengan Bodi Tertutup," 2019.
- [5] M. Agustin, M. M. Arifin, And W. I. Fipiana, "Reducing Overnight Charges In The Loading Process Of Finished Goods Using Fmea Method At Pt . Xyz," Vol. 11, No. 2, Pp. 342–354, 2024, Doi: 10.37373/Tekno.V11i2.1103.
- [6] I. Made, L. Batan, P. Rangga, And K. D. Radyanto, "Aplikasi Metode Design For Assembly (Dfa) Dalam Rangka Perancangan Dan Pengembangan Produk Studi Kasus Pada Pengembangan Body Mobil Berbahan Komposit," No. Snttm Xiii, Pp. 15–16, 2014.

- [7] U. Shiva Prasad, A. R. Babu, B. Sairaju, S. Amirishetty, And D. Deepak, “Automotive Chassis Design Material Selection For Road And Race Vehicles,” *Journal Of Mechanical Engineering Research And Developments*, Vol. 43, No. 3, Pp. 274–282, 2020.
- [8] M. F. Firdaus And D. Yuhas, “Redesign Mesin Cnc Router Dengan Metode Design For Assembly (Dfa),” *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, Pp. 446–452, 2022.
- [9] M. M. Firmansyah And R. B. Jakaria, “Implementasi Design For Assembly (Dfa) Pada Desain Produk Oven,” *Jurnal Pasti (Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri)*, Vol. 17, No. 2, P. 271, 2023, Doi: 10.22441/Pasti.2023.V17i2.012.
- [10] A. Harlalka, C. D. Naiju, M. N. Janardhanan, And I. Nielsen, “Redesign Of An In-Market Food Processor For Manufacturing Cost Reduction Using Dfma Methodology,” *Production And Manufacturing Research*, Vol. 4, No. 1, Pp. 209–227, 2016, Doi: 10.1080/21693277.2016.1261052.
- [11] R. Ilyandi, D. Arief, And T. Abidin, “Analisis Design For Assembly (Dfa) Pada Prototipe Mesin Pemisah Sampah Material Ferromagnetik Dan Non Ferromagnetik,” *Jom Fteknik*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–2, 2015.
- [12] R. M. Veranika, “Aplikasi Design For Assembly (Dfa) Pada Perancangan Produk Vaccine Carrier,” *Desiminasi Teknologi*, Vol. 2, No. 2, Pp. 165–172, 2014.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.