



**PAPER – OPEN ACCESS**

## Perbaikan Produk Helm dengan Menggunakan Metode Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)

Author : Andri Nasution, dkk.  
DOI : 10.32734/ee.v5i2.1550  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 5 Issue 2 – 2022 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).  
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



## Perbaikan Produk Helm dengan Menggunakan Metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA)

Andri Nasution<sup>1</sup>, Amanda Maharani Ukhtifillah Harahap<sup>2</sup>, Dino Tri Aldian<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,  
Jln. Dr. T. Mansyur No.9 Padang Bulan, Medan 20222, Indonesia

<sup>1</sup>ihun\_mama@yahoo.co.id, <sup>2</sup>amandamhrmi@gmail.co.id, <sup>3</sup>dinoaldian85@gmail.com

### Abstrak

Doctor Helmet adalah usaha yang melayani reparasi dan jual beli helm. Permasalahan yang ada pada saat perakitan produk helm adalah terlalu lamanya proses perakitan sehingga menyebabkan pemborosan pada waktu perakitan dan biaya perakitan, maka dari itu perlu adanya pengkombinasian beberapa komponen helm dan pengelemiasian proses perakitan yang tidak diperlukan. Tujuannya adalah agar mempersingkat waktu perakitan, menghindari pemborosan dan melakukan penghematan. Perbaikan produk helm ini dilakukan menggunakan metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA), dengan usulan perbaikan peta kerja *Assembly Process Chart* berdasarkan teori dari buku Barnes. Hasil perbaikan dengan metode DFMA yaitu adanya pengkombinasian antara komponen busa dalam dan komponen busa pipi menjadi satu komponen yaitu busa helm. Selain itu, dilakukan pengeliminasian elemen kegiatan pemasangan stiker pada helm. Maka dapat diketahui bahwa untuk desain awal produk biaya perakitan yang dibutuhkan sebesar Rp. 13.416/unit. Setelah dilakukan perbaikan terhadap desain Helm mengalami penurunan biaya perakitan yaitu sebesar Rp. 10.920/unit. Hal ini membuktikan bahwa desain perbaikan produk mengalami penghematan biaya sebesar Rp. 2.496/unit. Kemudian hasil waktu perakitan yang dibutuhkan untuk merakit setiap unit produk Helm hasil rancangan adalah 70 menit. Apabila dibandingkan dengan desain pertama kali pada produk, maka waktu yang digunakan untuk merakit helm adalah sebesar 86menit. Dapat disimpulkan bahwa perbaikan terhadap desain Helm dapat mengalami penghematan yaitu sebesar 16menit. Pada perhitungan efisiensi desain produk awal Helm adalah sebesar 31,39%. Kemudian setelah dilakukan perbaikan, diperoleh efisiensi desain produk perbaikan Helm sebesar 34,28%. Dengan demikian dapat diketahui efisiensi desain perbaikan lebih baik daripada efisiensi desain awal produk dengan selisih efisiensi desain sebesar 2,89%.

Kata Kunci: *DFMA, Helm, Assembly Process Chart*

### Abstract

*DoctorHelmet is a business that provides repair and buying and selling of helmets. DoctorHelmet is located at Jalan Tuasan No. 96A, Medan Tembung, Medan City, North Sumatra. The problem when assembling helmet products is that the assembly process takes too long, causing waste in assembly time and assembly costs, therefore it is necessary to combine several helmet components and eliminate unnecessary assembly processes. The goal is to shorten assembly time, avoid waste and make savings. This helmet product improvement was carried out using the Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) method, with the proposed improvement of the Assembly Process Chart work map based on the theory from Barnes' book. The result of improvement with the DFMA method is that there is a combination of inner foam components and cheek foam components into one component, namely helmet foam. In addition, the elements of sticker installation activities on helmets were eliminated. So it can be seen that for the initial design of the product the required assembly cost is Rp. 13,416/unit. After making improvements to the helmet design, the assembly cost decreased by Rp. 10,920/unit. This proves that the product improvement design experienced a cost savings of Rp. 2,496/unit. Then the result of the assembly time needed to assemble each unit of the Helmet product designed is 70 minutes. When compared to the initial design of the product, it takes 86 minutes to assemble each unit of the Helmet product. This means that improvements to the Helmet design have saved 16 minutes. In the calculation of the initial product design efficiency Helmet is 31.39%. Then after the repair, the helmet repair product design efficiency was obtained by 34.28%. Thus, it can be seen that the efficiency of the improvement design is better than the efficiency of the initial design of the product with a design efficiency difference of 2.89%.*

Keywords: *DFMA, Helm, Assembly Process Chart*

### 1. Pendahuluan

Persaingan di Seluruh Dunia Industri otomotif telah memberikan dampak yang sangat besar pada berbagai sektor industri. Pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia khususnya di kota-kota besar semakin meningkat penjualannya setiap tahunnya. Pertumbuhan penjualan sepeda motor berdampak pada tingkat penjualan perlengkapan dan varian sepeda motor. Salah satunya adalah perlengkapan keselamatan utama dalam berkendara, yaitu helm.



Penggunaan helm yang memenuhi standar nasional Indonesia sangat penting dalam berkendara, karena dengan menggunakan helm dapat meminimalisir terjadinya korban jiwa akibat kecelakaan saat berkendara, serta untuk melindungi kepala dari benturan dengan benda keras di jalan. kecelakaan saat mengemudi [1]. Ketentuan yang harus dipenuhi dalam bahan pembuatan helm berdasarkan material yang digunakan meliputi bahan yang digunakan tidak tergolong ke dalam jenis logam dan bersifat kuat, bahan pelengkap yang digunakan tahan terhadap pelapukan, tahan terhadap air, dan tidak dipengaruhi oleh tingkat suhu yang selalu berubah, tidak mengakibatkan kulit mengalami iritasi ataupun menimbulkan gangguan atau penyakit, tidak terpengaruh kekuatannya akibat adanya benturan, tidak mengalami perubahan dalam segi fisik akibat keringat, minyak, ataupun lemak dari pengguna [2]. Helm yang baik adalah helm yang dibakukan dan dipakai berdasarkan tata cara yang standar, diantaranya: menggunakan tali sebagai pengikat, keadaan yang tidak sedang mabuk atau tidur, keadaan sehat secara jasmani (tidak mengalami gangguan jiwa), berdasarkan hal-hal tersebut, fungsi dari helm akan mencapai harapan. Selain itu, apabila kecelakaan terjadi, seberapa aman kepala akan tergantung sepenuhnya pada: apa yang dipukul, seberapa cepat dipukul, tabrakan ganda/tunggal, dan jenis tabrakan [3].

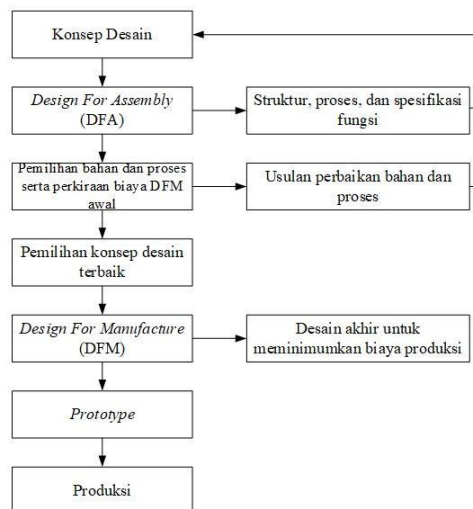
Permasalahan yang ada pada saat perakitan produk helm adalah terlalu lamanya proses perakitan, maka dari itu perlu adanya pengkombinasian beberapa komponen helm dan pengeleminasian elemen kegiatan proses perakitan yang tidak diperlukan. Tujuannya adalah agar mempersingkat waktu perakitan dan menghindari pemborosan.

Penelitian dilakukan untuk menentukan sebuah rancangan terhadap produk helm dengan mengkombinasikan komponen yang dapat disatukan dan mengeliminasi elemen kegiatan yang tidak diperlukan atau tidak memiliki nilai tambah.

## 2. Metodologi Penelitian

Perbaikan produk helm dilakukan dengan menggunakan metode DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*). *Design For Manufacture and Assembly* (DFMA) merupakan salah satu cara yang dapat dipakai dengan fungsi sebagai penolong dalam penentuan rancangan sebuah produk melalui metode yang diterapkan untuk pengoptimalan waktu dan biaya. Kualitas dari produk yang dihasilkan dapat meningkat serta biaya yang dibutuhkan dalam merakit produk dapat dikurangi sehingga perbaikan perancangan suatu produk dapat diukur berdasarkan penerapan DFMA [4].

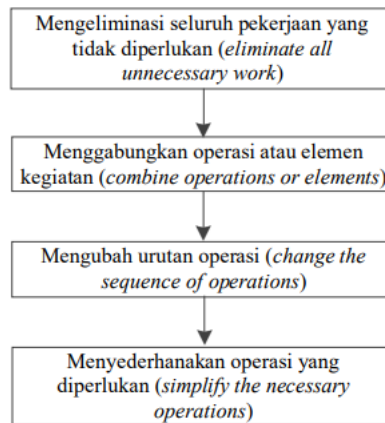
Perbaikan rancangan helm melalui metode DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*) dilakukan melalui tahapan yang dijelaskan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah Perancangan Produk dengan DFMA

Langkah selanjutnya adalah memperbaiki *Assembly Process Drawings* (APC) menggunakan analisis yang memiliki tujuan yaitu membuat urutan perakitan standar untuk meningkatkan metode kerja operator perakitan yang masih kurang optimal karena masih ada sumber pemborosan.

*Assembly Process Diagram* (APC) adalah peta yang menggambarkan langkah-langkah dalam proses perakitan yang akan dilalui suatu komponen dari awal hingga akhir. Manfaat dari diagram alur perakitan adalah mengidentifikasi kebutuhan operator, memahami kebutuhan setiap komponen, alat untuk tata letak fasilitas, alat untuk menentukan cara meningkatkan pekerjaan, dan alat untuk pelatihan kerja [5]. Langkah-langkah untuk memperbaiki diagram operasi berdasarkan teori Barnes ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Langkah-langkah Perbaikan Assembly Process Chart (APC)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Perbaikan produk helm dengan metode DFMA berdasarkan teori Boothroyd adalah sebagai berikut.

#### 3.1. Konsep Desain

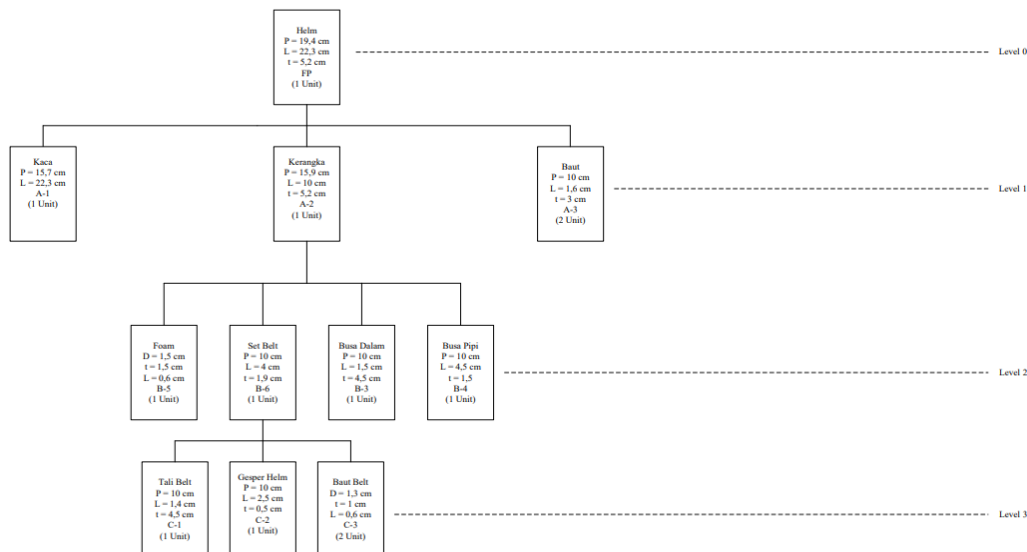
Konsep desain awal dari helm yang menjadi objek penelitian adalah memiliki komponen dengan jumlah 9 unit, yaitu kaca, kerangka, baut, foam, busa dalam, busa pipi, tali belt, gesper helm, dan baut belt.

#### 3.2. Design For Assembly (DFA)

Design For Assembly merupakan salah satu analisis sistem untuk merakit komponen-komponen di seluruh produk Desain awal produk helm dapat dilihat pada struktur produk dari awal desain proses. Akibatnya, hambatan untuk mendapatkan perakitan dapat diminimalkan. Analisis DFA akan mendapatkan nilai efisiensi pada perakitan [6].

- Struktur Produk

Design for Assembly dimulai dengan penggambaran struktur produk helm awal. Struktur produk ialah suatu diagram yang memperlihatkan hubungan hirarkis antara part/komponen/sub-assembly yang membentuk produk tersebut. Maka, product structure tree suatu produk ialah sebuah diagram (menirukan pohon dengan cabang-cabangnya) yang memperlihatkan bagaimana suatu produk dibentuk dari komponen-komponennya [7]. Struktur produk helm awal dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Produk Helm Desain Awal

- Proses Perakitan Helm Awal


Setelah dilakukan penggambaran struktur produk helm awal, maka dibuat urutan proses perakitan produk helm awal. Perakitan adalah sebuah pekerjaan yang dimulai menggunakan objek atau komponen-komponen yang telah siap dipasang hingga proses tersebut terpasang sempurna. Proses *assembly* atau perakitan dilakukan menggunakan metode manual dan secara otomatis [8]. Urutan proses perakitan produk helm awal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Urutan Proses Perakitan Produk Helm Awal

No. Operasi	Elemen Kegiatan	Waktu Perakitan (Menit)
1	Dibawa kerangka ke stasiun perakitan 1	2
2	Dibawa <i>foam</i> ke stasiun perakitan 1	2
3	Dipasang <i>foam</i> pada kerangka dengan menggunakan lem	12
4	Dibawa busa dalam ke stasiun perakitan 1	2
5	Dipasang busa dalam pada kerangka dengan menggunakan lem	10
6	Dibawa busa pipi ke stasiun perakitan 1	2
7	Dipasang busa pipi pada kerangka dengan menggunakan lem	10
8	Dibawa tali <i>belt</i> ke stasiun perakitan 2	2
9	Dibawa gesper helm ke stasiun perakitan 2	2
10	Dipasang gesper helm pada tali <i>belt</i> sehingga menjadi set <i>belt</i>	7
11	Dibawa set <i>belt</i> ke stasiun perakitan 1	2
12	Dibawa baut <i>belt</i> ke stasiun perakitan 1	2
13	Dipasang set <i>belt</i> pada kerangka menggunakan baut <i>belt</i>	8
14	Dibawa kaca helm ke stasiun perakitan 1	2
15	Dibawa baut ke stasiun perakitan 1	2
16	Dipasang kaca helm dengan kerangka helm menggunakan baut sehingga menjadi produk helm	10
17	Dibawa stiker ke tempat perakitan 1	2
18	Ditempelkan stiker di permukaan helm	4
19	Dibawa produk helm ke tempat penyimpanan produk	3
20	Disimpan helm di tempat penyimpanan produk	-
<b>Total Waktu Perakitan</b>		<b>86</b>

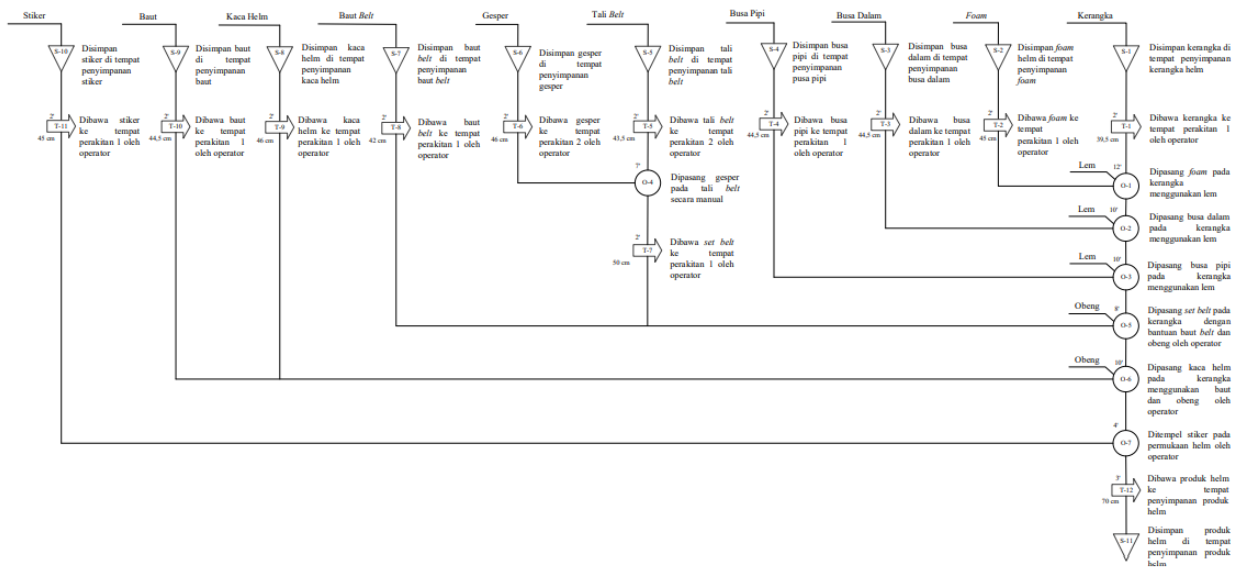
Berdasarkan kegiatan perakitan, komponen/*part* penyusun produk Helm yang diidentifikasi memiliki masalah pada perakitan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen Penyusun Produk Helm

No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Fungsi Komponen	Masalah
1	Busa dalam		Digunakan untuk memberi kenyamanan pada bagian dalam kepala	Busa dalam dan busa pipi yang terpisah mengakibatkan bertambahnya waktu perakitan

2	Busa pipi		Digunakan untuk memberi kenyamanan pada bagian pipi	Busa dalam dan busa pipi yang terpisah meningkatkan waktu perakitan
3	Stiker		Digunakan sebagai hiasan pada helm	Adanya stiker yang tidak memiliki nilai tambah pada fungsi helm mengakibatkan bertambahnya waktu perakitan

Berdasarkan data waktu proses perakitan dan urutan proses perakitan yang didapatkan maka dapat digambarkan peta proses perakitan (*Assembly Process Chart*) helm awal yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Assembly Process Chart* Helm Desain Awal

• Spesifikasi

Spesifikasi produk helm beserta komponennya dijabarkan ke dalam *Bill of Material*. Produk yang tersusun akan menghasilkan informasi-informasi yang dituangkan ke dalam BOM. Hubungan setiap level antara produk yang telah jadi (*finished product*) dengan komponen-komponen pembentuknya terdapat dalam BOM agar penentuan bahan-bahan yang diperlukan untuk proses pembuatan dapat dengan mudah dilakukan sehingga seluruh proses dapat berjalan dengan baik dan tanpa ada kendala yang berarti. Level dalam BOM menunjukkan tingkatan dalam pembentukan sebuah produk, diawali dengan produk akhir yang berada di level nol (0), komponen pembentuk produk akhir berada pada level 1 begitu selanjutnya sehingga terbentuk sebuah hirarki yaitu struktur produk [9]. *Bill of Material* helm dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Single Level Bill of Material* Struktur Produk Helm

Item No.	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah (Unit)	Keterangan
FP	Helm	P = 16 cm L = 20,5 cm T = 5,6 cm	1	<i>Assembled</i>

A-1	Kaca	P = 10 cm L = 16 cm T = 5,6 cm	1	<i>Purchased</i>
A-2	Kerangka	P = 10 cm L = 1,6 cm T = 4 cm	1	<i>Assembled</i>
A-3	Baut	D = 25 cm T = 19,5 cm	2	<i>Purchased</i>
B-1	Foam	D = 1,5 cm T = 1,5 cm	1	<i>Purchased</i>
B-2	Set Belt	P = 10 cm L = 1,5 cm T = 4,6 cm	1	<i>Assembled</i>
B-3	Busa Dalam	P = 10 cm L = 1,6 cm T = 5,6 cm	1	<i>Purchased</i>
B-4	Busa Pipi	P = 10 cm L = 0,5 cm T = 2,8 cm	1	<i>Purchased</i>
C-1	Tali Belt	P = 16 cm L = 20,5 cm T = 5,6 cm	1	<i>Purchased</i>
C-2	Gesper Helm	P = 10 cm L = 16 cm T = 5,6 cm	1	<i>Purchased</i>
C-3	Baut Belt	P = 10 cm L = 16 cm T = 5,6 cm	2	<i>Purchased</i>

### 3.3. Perbaikan Peta Kerja Berdasarkan Teori Barnes

Berdasarkan teori Barnes (1980), hal yang dapat dilakukan untuk memperbaiki peta kerja perakitan helm adalah sebagai berikut [10].

- Mengeliminasi seluruh pekerjaan yang tidak diperlukan

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa adanya pekerjaan pemasangan stiker yang tidak memiliki nilai tambah pada fungsi helm mengakibatkan bertambahnya waktu perakitan. Hal tersebut perlu dieliminasi dikarenakan sudah adanya merk helm yang langsung dicetak di permukaan helm.

- Menggabungkan elemen pekerjaan

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa komponen busa dalam dan komponen busa pipi dipasang secara terpisah. Komponen busa dalam dan busa pipi lebih baik disatukan seperti beberapa helm lainnya. Jika kedua komponen sudah disatukan, maka elemen pekerjaan pemasangan busa dalam dan busa pipi dapat digabungkan sehingga dapat terjadi penghematan.



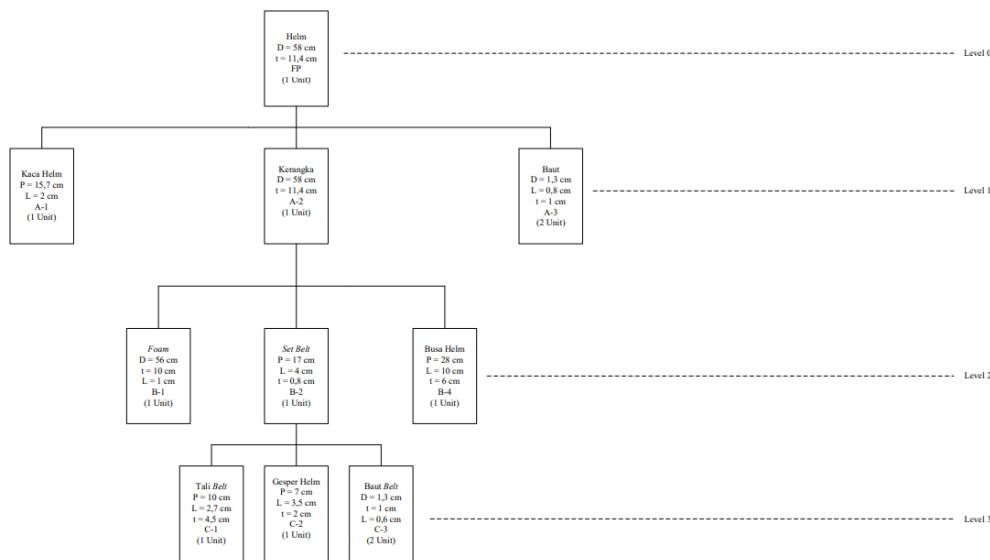
- Mengubah urutan operasi

Setelah dilakukan pengeliminasian dan penggabungan pada elemen pekerjaan, maka urutan operasi berubah karena terjadinya pengurangan elemen pekerjaan.

- Menyederhanakan operasi yang diperlukan

Adanya penggabungan dua komponen yaitu busa dalam dan busa pipi menjadi busa helm, maka elemen pekerjaan perakitan disederhanakan menjadi satu elemen pekerjaan saja, yaitu perakitan busa helm.

Setelah dilakukan perbaikan seperti diatas, maka diperoleh struktur produk usulan, urutan proses perakitan helm usulan, dan *Assembly Process Chart* usulan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Produk Helm Desain Usulan

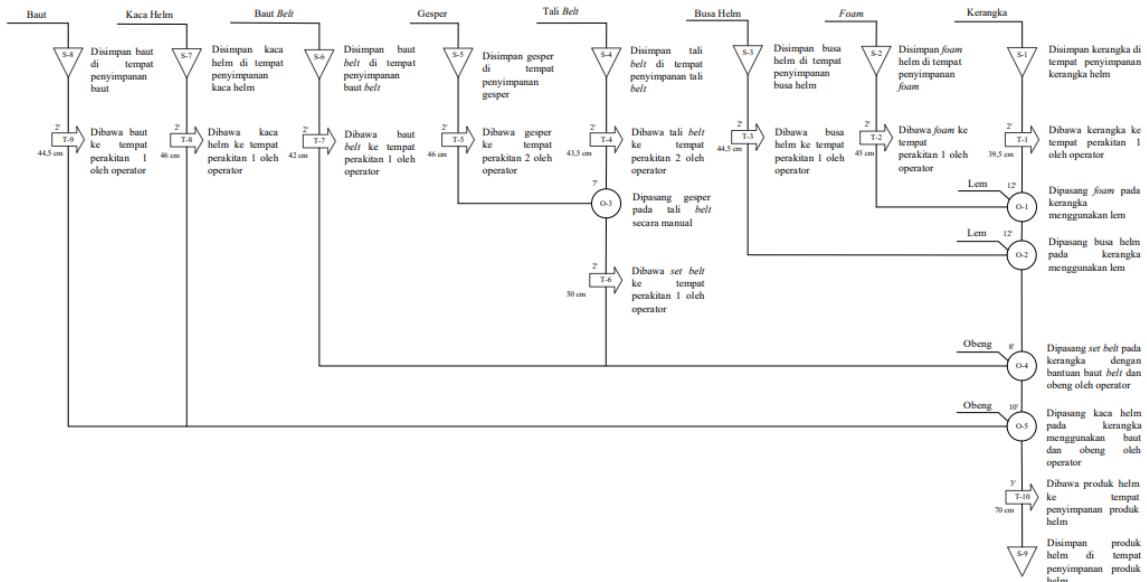
Setelah dilakukan perbaikan, diperoleh bahwa terdapat lebih dari satu sumber pada proses perakitan yang menyebabkan terjadinya pemborosan. Perbaikan metode kerja dan pengurutan proses sesuai standar perakitan kemudian dilakukan untuk memperbaiki sumber pemborosan. Urutan proses beserta waktu perakitan pada perakitan usulan untuk produk Helm dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Urutan Proses Perakitan Produk Helm Usulan

No. Operasi	Elemen Kegiatan	Waktu Perakitan (Menit)
1	Dibawa kerangka ke stasiun perakitan 1	2
2	Dibawa <i>foam</i> ke stasiun perakitan 1	2
3	Dipasang <i>foam</i> pada kerangka dengan menggunakan lem	12
4	Dibawa busa helm ke stasiun perakitan 1	2
5	Dipasang busa helm pada kerangka dengan menggunakan lem	12
6	Dibawa tali <i>belt</i> ke stasiun perakitan 2	2
7	Dibawa gesper helm ke stasiun perakitan 2	2
8	Dipasang gesper helm pada tali <i>belt</i> sehingga menjadi set <i>belt</i>	7
9	Dibawa set <i>belt</i> ke stasiun perakitan 1	2
10	Dibawa baut <i>belt</i> ke stasiun perakitan 1	2
11	Dipasang set <i>belt</i> pada kerangka menggunakan baut <i>belt</i>	8

12	Dibawa kaca helm ke stasiun perakitan 1	2
13	Dibawa baut ke stasiun perakitan 1	2
14	Dipasang kaca helm dengan kerangka helm menggunakan baut sehingga menjadi produk helm	10
15	Dibawa produk helm ke tempat penyimpanan produk	3
16	Disimpan helm di tempat penyimpanan produk	-
<b>Total Waktu Perakitan</b>		<b>70</b>

Berdasarkan data pada urutan proses perakitan produk Helm yang diusulkan pada Tabel di atas, dapat diketahui perubahan waktu terjadi pada proses perakitan busa yang sudah dikombinasikan dan proses pemasangan stiker yang dieliminasi. Maka dengan itu terjadi pengurangan elemen kerja sebesar 4 elemen yang sebelum nya elemen kerja awal sebanyak 20 elemen dan 16 elemen untuk yang usulan. Total waktu yang dibutuhkan dalam perakitan setiap unit produk helm yang terdiri dari 16 elemen kegiatan proses perakitan adalah selama 70 menit. Setelah diketahui urutan perakitan dan *assembly time* dari desain perbaikan, maka dapat digambarkan peta proses perakitan (*assembly process chart*) usulan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Assembly Process Chart* Helm Desain Usulan

3.4. *Pemilihan Konsep Desain Terbaik*

Efisiensi desain perakitan yang menggambarkan perbandingan antara estimasi waktu perakitan produk *redesign* dengan waktu ideal perakitan produk sebelumnya. Waktu ideal didapatkan dengan mengasumsikan bahwa setiap komponen mudah untuk ditangani dan digabungkan. Menghitung efisiensi desain perakitan manual dengan cara:

$$EM = \frac{(3 \times NM)}{TM} \tag{1}$$

Perbandingan efisiensi desain awal dan desain usulan produk helm dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Efisiensi Desain Produk Helm

No	Desain	Efisiensi Desain
1	Desain Awal	31,39%
2	Desain Usulan	34,28%

### 3.5. Design For Manufacture (DFM)

Biaya perakitan yang dibutuhkan untuk merakit setiap unit Helm diperoleh dari estimasi upah/gaji operator dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 1 orang. Sebagai contoh perhitungan biaya perakitan dari desain awal produk elemen 1. Menghitung biaya perakitan dilakukan dengan cara:

$$\text{Biaya perakitan} = \text{Biaya/detik} \times \text{Waktu perakitan} \quad (2)$$

Setelah dilakukan perhitungan biaya perakitan pada proses pendesainan awal beserta desain usulan produk helm, diperoleh hasil perbandingan biaya perakitan produk helm seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Biaya Perakitan Produk Helm

No	Desain	Biaya Perakitan
1	Desain Awal	Rp13.416
2	Desain Usulan	Rp10.920

### 3.6. Rancangan Akhir Produk DFMA

Menerapkan prinsip DFMA dalam melakukan perbaikan desain, hal yang dapat diperhatikan yaitu busa pada helm dan stiker pada helm. Berikut adalah desain awal dan usulan pada Helm:

- Busa Helm

Desain awal dari busa helm ini adalah busa dalam dan busa pipi pada helm yang terpisah menjadi 2 komponen. Kemudian pada perbaikan desain kedua komponen tersebut dikombinasikan sehingga mengurangi pemborosan.

- Stiker

Desain awal dari produk helm ini adalah terdapat pemasangan stiker pada permukaan helm yang tidak memiliki nilai tambah pada fungsi helm. Kemudian pada perbaikan desain kedua komponen tersebut dieliminasi sehingga mengurangi pemborosan.

## 4. Kesimpulan

Rancangan akhir produk DFMA adalah mengkombinasi komponen busa dalam dan busa pipi menjadi busa helm, serta mengeliminasi elemen pemasangan stiker yang tidak memiliki nilai tambah pada fungsi helm. Perolehan menunjukkan 20 elemen kegiatan yang terdapat pada proses perakitan helm dengan waktu perakitan sebesar 86 menit. Setelah dilakukan perbaikan diperoleh peta proses perakitan usulan yang terdapat 16 elemen kegiatan dengan total waktu perakitan selama 70 menit. Maka penghematan waktu perakitan yang terjadi adalah sebesar 16 menit. Pada struktur produk aktual material yang dibutuhkan sebanyak 9 komponen, sedangkan pada struktur produk usulan didapatkan pengurangan komponen menjadi 8 komponen. Pengurangan terjadi pada stiker dan busa dalam yang dikombinasikan dengan busa pipi menjadi busa helm. Hal ini dilakukan dengan tujuan meminimalkan jumlah komponen yang dianggap tidak memiliki nilai tambah tapi tidak mengubah fungsi utama produk/part tersebut serta mengurangi pemborosan pada proses perakitan. Efisiensi desain yang diperoleh pada desain awal produk adalah sebesar 31,39%, sedangkan efisiensi desain yang diperoleh pada desain perbaikan produk adalah sebesar 34,28%. Sehingga dapat diketahui efisiensi desain perbaikan lebih baik daripada efisiensi desain awal produk dengan selisih efisiensi desain sebesar 2,89%. Terjadi penghematan pada biaya perakitan yaitu pada desain awal produk biaya perakitan yang diperlukan adalah Rp. 13.416/unit. Perombakan terhadap rancangan Helm mengalami penurunan biaya perakitan yaitu sebesar Rp. 10.920/unit. Ini membuktikan bahwa desain perbaikan produk mengalami penghematan biaya sebesar Rp. 2.496.

## Referensi

- [1] K. Pande Rayana, K. Sukadana, dan N. Utama. (2019). "Efektivitas Penggunaan Helm Saat Berkendara di Wilayah Hukum Polres Bangli" *Jurnal Analogi Hukum*.
- [2] Stefie W. Antou, James F. Siwu, dan Johannis F. Mallo. (2013) "Manfaat Helm dalam Mencegah Kematian Akibat Cedera Kepala pada Kecelakaan Lalu Lintas" *Jurnal Biomedik*.
- [3] Endi H. Purwanto (2015) "Signifikansi Helm SNI sebagai Alat Pelindung Pengendara Sepeda Motor dari Cedera Kepala" *Jurnal Standardisasi*.
- [4] Boothroyd, G., Dewhurst, P. dan Knight, W (2002) "Product Design for Manufacture and Assembly. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: Marcel Dekker
- [5] Mahasiswa Kelas 4 ID04. APC, Routing Sheet, dan MPPC" *Universitas Gunadarma*.
- [6] R. Ilyandi, Dodi S. Arief, dan Tekad I. P. Abidin. (2015) "Analisis Design for Assembly (DFA) pada Prototipe Mesin Pemisah Sampah Material Ferromagnetik dan Non Ferromagnetik" *Jom FTEKNIK Universitas Riau*

- [7] Sinulingga, Sukaria (2017) “Perencanaan & Pengendalian Produksi” Medan : USU Press 2017
- [8] D. Murdiyanto, Pratikto, dan Purnomo B. Santoso (2016) “Rekayasa Sistem Informasi Manajemen Perakitan Berbasis Group Technology untuk Mendukung Proses Assembly Frame Body Bus” *Jurnal Rekayasa Mesin*
- [9] Tiara A. Putri. “Sistem Informasi Perencanaan dan Pengendalian Produksi dengan Pendekatan Material Requirement Planning (MRP) di PT. Tanabe Indonesia” *Universitas Komputer Indonesia*.
- [10] Ralph M. Barnes (1949) “Motion and Time Study”. 3<sup>rd</sup> Edition. New York: John Willey & Sons, Inc.