



PAPER – OPEN ACCESS

Rancangan Usulan Perbaikan Electric Kettle Menggunakan Metode Design for Manufacture and Assembly (DFMA)

Author : Rosnani Ginting, dkk.
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2285
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 7 Issue 1 – 2024 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Rancangan Usulan Perbaikan Electric Kettle Menggunakan Metode Design for Manufacture and Assembly (DFMA)

Rosnani Ginting, Eriek Pradika Pakpahan*, Monika Saurma Tiofanny Situmorang, Brian Rivaldo Tambunan, Raja Sion Gideon Martua Gultom

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. Mansur No. 9, Padang Bulan, Medan, 20222, Indonesia

rosnani@usu.ac.id, eriek.pradika@gmail.com, moniciatofanny29@gmail.com, brianambunan621@gmail.com, rajasion2505@gmail.com

Abstrak

Sebagian besar peralatan elektronik rumah tangga dikendalikan secara otomatis. Ada banyak jenis peralatan elektronik rumah tangga, seperti setrika, dispenser, blender, ketel listrik, mixer, dan sebagainya. Alat-alat elektronik rumah tangga tersebut sering mengalami *damage* yang dapat menyebabkan tertundanya pekerjaan yang menggunakan alat tersebut. Berdasarkan pengumpulan data pada UMKM Servis Elektronik di wilayah Kec. Medan Helvetia, bahwa peralatan elektronik yang sering mengalami *damage* adalah ketel listrik. Ketel listrik adalah alat listrik yang memiliki unit pemanas tersendiri, untuk memanaskan air dan otomatis mati ketika air mencapai titik didih. *Damage* yang sering terjadi pada produk ketel listrik berdasarkan hasil wawancara adalah pada komponen thermostat yang tidak memutus aliran listrik ketika mencapai suhu yang telah ditentukan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan perbaikan dengan *Design For Manufacture and Assembly* (DFMA) dengan menggunakan metode pemilihan material. DFMA merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk membantu menentukan desain produk dan metode perakitan suatu produk dengan waktu dan biaya yang optimal.

Kata Kunci: *Design For Manufacture and Assembly; Material Selection; Electric Kettle; Elektronik*

Abstract

Most household electronic equipment is controlled automatically. There are many types of household electronic equipment, such as irons, dispensers, blenders, electric kettles, mixers, and so on. These household electronic devices often experience damage which can cause delays in work using these devices. Based on data collection on Electronic Service MSMEs in the Kec. Medan Helvetia, that the electronic equipment that often experiences damage is the electric kettle. An electric kettle is an electrical appliance that has an independent heating unit, to heat water and automatically turns off when the water reaches boiling point. The damage that often occurs in electric kettle products based on interviews is the thermostat component which does not cut off the electricity when it reaches a predetermined temperature. Based on these problems, improvements were made with Design For Manufacture and Assembly (DFMA) using the material selection method. DFMA is an approach used to help determine product design and assembly methods for a product with optimum time and cost.

Keywords: *Design For Manufacture and Assembly; Material Selection; Electric Kettle; Electronics*

1. Pendahuluan

Peralatan elektronik khusus rumah tangga mampu mempermudah ibu rumah tangga, maka lazim jika beredar aneka peralatan elektronik rumah tangga. Peralatan elektronik umumnya merupakan peralatan otomatis dengan pengendali otomatis. Peralatan otomatis merupakan peralatan yang dapat beroperasi secara otomatis karena terdapat bagian kontrol dengan *output* sesuai *input* dikehendaki. Alat elektronik yang sering ditemukan pada kebutuhan rumah tangga sangat beragam seperti setrika, *dispenser*, *blender*, *electric kettle*, *mixer*, dan sebagainya. *Damage* pada alat elektronik dapat terjadi karena beberapa faktor yang menyebabkan terhambatnya pekerjaan. Berdasarkan keadaan tersebut dilakukan pendataan terhadap alat elektronik yang sering mengalami *damage* dan mendapatkan keluhan dari pengguna di UMKM Servis Elektronik kecamatan medan Helvetia.

Tabel 1. Data Damage Alat Elektronik

No	Nama UMKM	Alat Elektronik	Tingkat Perbaikan
1	Toko Panen Rezeki	Setrika	7 unit/Minggu
2	Bintang Elektronik	Dispenser	6 unit/Minggu
3	Linggo Elektronik	Blender	5 unit/Minggu
4	Buana Elektronik	Mixer	4 unit/Minggu
5	Cahaya Elektronik	Electric Kettle	4 unit/Minggu

Berdasarkan tabel di atas alat elektronik yang sering mengalami damage salah satunya adalah electric kettle. Electric kettle adalah peralatan listrik yang memiliki unit pemanas mandiri, untuk memanaskan air, dan secara otomatis mati ketika air mencapai titik didih. Gambar produk electric kettle dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Produk Electric Kettle

Damage yang sering terjadi pada produk *electric kettle* berdasarkan hasil *interview* pada tabel berikut.

Tabel 2. Modus Damage Electric Kettle

No	Damage	Modus
1	Thermostat tidak memutus arus	4
2	Saklar longgar	2
3	Heater Plate tidak panas	1
4	Lampu Indikator Tidak Menyala	1

Berdasarkan Tabel 2 dapat diuraikan bahwa permasalahan *damage electric kettle* terdapat pada komponen *thermostat* yang tidak memutuskan aliran listrik pada saat suhu sudah mencapai titik didih yang telah ditentukan. Perbaikan pada komponen *thermostat* produk *electric kettle* dilakukan menggunakan *Design for Manufacturing and Assembly* (DMA) menggunakan yaitu metode *material selection*. *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA) merupakan pendekatan memudahkan menetapkan desain dan metode perakitan dengan waktu dan biaya optimum [1]. DFMA memberikan kemudahan perancangan dalam peningkatan kualitas, penekanan biaya perakitan, dan pengukuran peningkatan desain produk.

Pada pada penelitian, Rosnani et al, 2013 [2] yang berjudul "Rancangan Perbaikan *Stopcontact* melalui Pendekatan Metode DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*) pada PT. XYZ" menyatakan bahwa metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) pendekatan yang memberikan kemudahan penentuan rancangan dan metode perakitan untuk mencapai biaya dan waktu optimum tanpa mengesampingkan keinginan pasar dan fungsional produk. Pada penelitian lainnya, Mikha et al, 2019 [3] yang berjudul "Pengembangan Mesin Bakso dengan Metode DFMA (Desain untuk Manufaktur dan Perakitan)" menyatakan bahwa DFMA dimaksudkan sebagai perancangan yang memudahkan proses manufaktur dan perakitan.

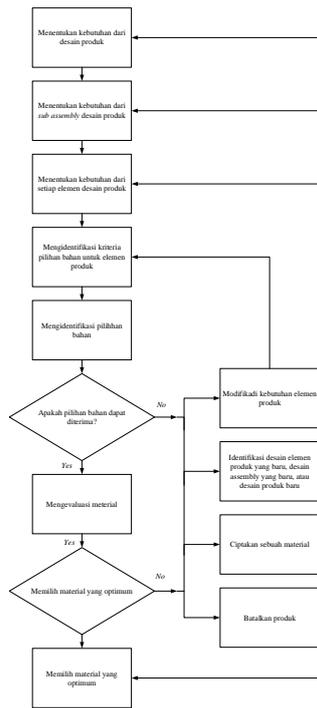
Berdasarkan penelitian terdahulu di atas bahwa perbaikan rancangan *electric kettle* dengan *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) untuk menghasilkan usulan berupa pengurangan atau modifikasi dari komponen yang sering mengalami *damage* dan menyebabkan waktu dan biaya perakitan meningkat untuk meningkatkan efisiensi desain, serta mengurangi waktu, dan biaya perakitan.

2. Metodologi

Penelitian dilakukan pada lima UMKM reparasi elektronik yang berlokasi di Kec. Medan Helvetia, Kota Medan yang memperbaiki berbagai jenis alat elektronik termasuk produk *electric kettle*. Penelitian merupakan penelitian deskriptif dimana penelitian bertujuan memecahkan permasalahan yang ada berdasarkan data-data. Penelitian ini dilaksanakan secara sistematis dan teratur berdasarkan data yang sudah diperoleh.

2.1. Metode Material Selection

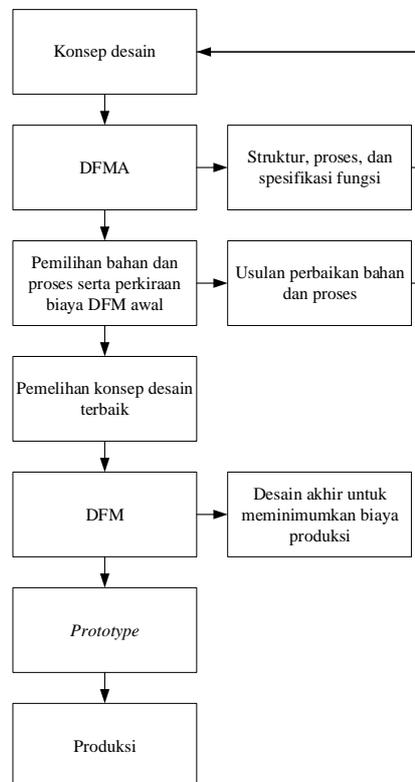
Material selection penelitian terdahulu di atas bahwa usulan rancangan *electric kettle* menggunakan *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) untuk menghasilkan usulan berupa pengurangan atau modifikasi dari komponen yang sering mengalami *damage* dan menyebabkan waktu dan biaya perakitan meningkat untuk meningkatkan efisiensi desain, serta mengurangi waktu, dan biaya perakitan. Pengolahan data *material selection* dilakukan dengan alur yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Prosedur *Material Selection*

2.2. *Design for Manufacture and Assembly (DFMA)*

Langkah-langkah usulan rancangan *electric kettle* menggunakan *Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)* pada gambar berikut.



Gambar 3. Alur Proses *Design for Manufacturing and Assembly*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis desain awal komponen thermostat electric kettle



Gambar 4. Desain Awal Komponen Thermostat Produk Electric Kettle

Electric kettle merupakan perangkat dapur yang digunakan untuk mendidihkan air secara cepat dan efisien menggunakan listrik. Kettle ini biasanya tersusun atas bahan tahan panas seperti *stainless steel* dan plastik tahan panas. *Electric kettle* memiliki elemen pemanas di dalamnya yaitu *thermostat* yang dapat dipasang langsung ke sumber listrik. Pada rancangan awal, *electric kettle* terdapat kekurangan material, yaitu pada komponen *thermostat* (bimetal *thermostat*) memiliki koefisien muai kecil sebesar 17%. Tujuan utama artikel ini merancang kembali serta mengevaluasi produk menggunakan DFMA dengan metode *material selection*.

Proses produksi, waktu, dan biaya pada desain awal *electric kettle* pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Waktu Perakitan *Electric Kettle*

Nomor Operasi	Elemen Kegiatan	Waktu Perakitan (Detik)
1	Rumah <i>kettle</i> dipindahkan ke tempat perakitan	3
2	Pengait (2) dipindahkan ke tempat perakitan	3
3	timah dipindahkan ke tempat perakitan	3
4	Digabungkan rumah <i>kettle</i> , bibir <i>kettle</i> , dan pengait menggunakan <i>solder</i> menjadi set badan <i>kettle</i> setengah jadi	60
5	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set badan <i>kettle</i> setengah jadi	5
6	<i>Heating plate</i> dipindahkan ke tempat perakitan	3
7	<i>Controller A</i> dipindahkan ke tempat perakitan	3
8	Plat penghubung dipindahkan ke tempat perakitan	3
9	Digabungkan <i>heating plate</i> , <i>controller A</i> , dan plat penghubung menjadi set pemanas	7
10	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set pemanas	5
11	Mur A dipindahkan ke tempat perakitan	3
12	Digabungkan set pemanas dengan set badan setengah jadi menggunakan mur A	20
13	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set pemanas dan set <i>switch</i>	5
14	<i>Switch</i> dipindahkan ke tempat perakitan	3
15	Lampu LED 1 dipindahkan ke tempat perakitan	3
16	Digabungkan <i>switch</i> dan <i>inner wires</i> menjadi set <i>switch</i>	10
17	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set <i>switch</i>	5
18	Sekrup D dipindahkan ke tempat perakitan	3
19	Digabungkan set pemanas dan set <i>switch</i> dengan sekrup D	30
20	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set pemanas dan set <i>switch</i>	5
21	Tutup bawah dipindahkan ke tempat perakitan	3
22	Penutup lampu indikator dipindahkan ke tempat perakitan	3
23	Digabungkan penutup lampu indikator dan penutup bawah menjadi set bawah <i>kettle</i>	3
24	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set bawah <i>kettle</i>	5
25	Sekrup A dipindahkan ke tempat perakitan	3
26	Digabungkan set pemanas, set <i>switch</i> , <i>indicator lamp</i> , dan set bawah <i>kettle</i> dengan sekrup A menjadi set badan <i>kettle</i>	30
27	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set badan <i>kettle</i>	5
28	Pegangan dalam dipindahkan ke tempat perakitan	3
29	Sekrup A dipindahkan ke tempat perakitan	3
30	Digabungkan set badan <i>kettle</i> setengah jadi dan pegangan dalam dengan sekrup B	5
31	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set badan <i>kettle</i> setengah jadi dan pegangan	5
32	Sekrup C dipindahkan ke tempat perakitan	3
33	Digabungkan <i>switch</i> dan pegangan dalam dengan sekrup C	5
34	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan <i>switch</i> dan pegangan	5
35	Pegangan luar dipindahkan ke tempat perakitan	3
36	Sekrup A dipindahkan ke tempat perakitan	3
37	Digabungkan pegangan dalam dan pegangan luar dengan sekrup A	10
38	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan pegangan dalam dan pegangan luar	5

39	Penutup luar dipindahkan ke tempat perakitan	3	
40	Dasar penutup dalam dipindahkan ke tempat perakitan	3	
41	Kunci penutup dalam dalam dipindahkan ke tempat perakitan	3	
42	Per dalam dipindahkan ke tempat perakitan	3	
43	Dasar penutup dalam, kunci penutup dalam, dan per disatukan menjadi set penutup dalam	30	
44	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set penutup dalam	5	
45	Set penutup dalam dan penutup luar disatukan menjadi set penutup	5	
46	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set penutup dalam	5	
47	Digabungkan set penutup dan set badan <i>kettle</i> setengah jadi menjadi set badan <i>kettle</i>	3	
48	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set badan <i>kettle</i>	5	
49	<i>Cable</i> dipindahkan ke tempat perakitan	3	
50	<i>Controller B</i> dipindahkan ke tempat perakitan	3	
51	Sekrup D dipindahkan ke tempat perakitan	3	
52	<i>Controller B</i> dan <i>cable</i> digabungkan dengan mur D menjadi set <i>electric</i>	15	
53	Set <i>electric</i> dan penutup dasar atas digabungkan	3	
54	Penutup alas bawah dipindahkan ke tempat perakitan	3	
55	Sekrup A dipindahkan ke tempat perakitan	3	
56	Penutup dasar atas dan alas bawah digabungkan dengan sekrup A menjadi set dasar	20	
Nomor Operasi		Elemen Kegiatan	Waktu Perakitan (Detik)
57	Dilakuakn pemeriksaan pada rakitan set dasar		5
58	Digabungkan set badan <i>kettle</i> dan set dasar menjadi <i>electric kettle</i>		1
59	Dilakuakn pemeriksaan pada produk rakitan		5
Total Waktu			471

Berikut biaya penyusun komponen produk *electric kettle* rancangan awal

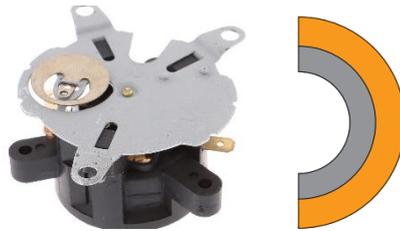
Tabel 4. Biaya Penyusun Komponen Produk Electric Kettle Desain Awal Produk

Komponen	Jumlah	Unit	Harga/Unit	Harga Total
Rumah <i>Kettle</i>	1	pcs	Rp 20.000,00	Rp 20.000,00
Bibir <i>Kettle</i>	1	pcs	Rp 8.000,00	Rp 8.000,00
Pengait	2	pcs	Rp 5.500,00	Rp 11.000,00
Heating Plate	1	pcs	Rp 40.000,00	Rp 40.000,00
Controller A	1	pcs	Rp 29.000,00	Rp 29.000,00
Plat Penghubung	1	pcs	Rp 2.500,00	Rp 2.500,00
Mur A	3	pcs	Rp 8.000,00	Rp 24.000,00
Switch	1	pcs	Rp 9.000,00	Rp 9.000,00
Inner Wires A	2	pcs	Rp 4.500,00	Rp 9.000,00
Indicator Lamp	1	pcs	Rp 3.000,00	Rp 3.000,00
Inner Wires B	2	pcs	Rp 4.500,00	Rp 9.000,00
Inner Wires C	1	pcs	Rp 4.500,00	Rp 4.500,00
Sekrup D	2	pcs	Rp 7.500,00	Rp 15.000,00
Timah	1	rol	Rp 13.400,00	Rp 13.400,00
Tutup Bawah	1	pcs	Rp 12.000,00	Rp 12.000,00
Penutup Lampu Indikator	1	pcs	Rp 3.000,00	Rp 3.000,00
Sekrup A	3	pcs	Rp 3.000,00	Rp 9.000,00
Pegangan Dalam	1	pcs	Rp 35.000,00	Rp 35.000,00
Pegangan Luar	1	pcs	Rp 35.000,00	Rp 35.000,00
Sekrup A	1	pcs	Rp 3.000,00	Rp 3.000,00
Sekrup B	2	pcs	Rp 5.000,00	Rp 10.000,00
Sekrup C	1	pcs	Rp 6.500,00	Rp 6.500,00
Penutup Luar	1	pcs	Rp 30.000,00	Rp 30.000,00
Dasar Penutup Dalam	1	pcs	Rp 35.000,00	Rp 35.000,00
Kunci Penutup Dalam	1	pcs	Rp 5.000,00	Rp 5.000,00
Per	1	pcs	Rp 6.000,00	Rp 6.000,00
Controller B	1	pcs	Rp 18.000,00	Rp 18.000,00
Cable	1	pcs	Rp 10.000,00	Rp 10.000,00
Penutup Dasar Atas	1	pcs	Rp 13.500,00	Rp 13.500,00
Penutup Dasar Bawah	1	pcs	Rp 12.000,00	Rp 12.000,00
Sekrup A	3	pcs	Rp 3.000,00	Rp 9.000,00
Sekrup D	3	psc	Rp 7.500,00	Rp 22.500,00
Total Biaya				Rp 471.900

Pada Tabel 3 dan Tabel 4 biaya produksi untuk satu produk *electric kettle* adalah sebesar Rp 471.900.

3.2. Analisis desain ulang komponen thermostat electric kettle

Perbaikan menggunakan *design for manufacture and assembly* (DFMA) terdapat cara yaitu melalui modifikasi, perubahan material, pengurangan komponen. Waktu perakitan *electric kettle* tidak mengalami penambahan atau perubahan waktu perakitannya sedangkan pada biaya penyusun komponen produk *electric kettle* mengalami perubahan atau penambahan biaya yang semula sebesar Rp 471.900 menjadi Rp 474.900. Hal tersebut disebabkan karena komponen penyusun *thermostat electric kettle* (pada bimetal *thermostat*) mengalami perubahan material. Material awal bimetal *thermostat* berupa lempeng logam besi dan tembaga diganti menjadi bimetal berlempeng logam besi dan perak. Perubahan material bimetal *thermostat electric kettle* tidak terjadi perubahan dalam proses manufakturnya. Berikut ini merupakan gambar desain ulang bimetal *thermostat electric kettle* pada gambar berikut.



Gambar 4. Desain Ulang Bimetal Thermostat Electric Kettle

Biaya penyusun komponen Produk *Electric Kettle* desain ulang pada tabel berikut.

Tabel 5. Biaya Penyusun Komponen Produk *Electric Kettle* Desain ulang Produk

Komponen	Jumlah	Unit	Harga/Unit	Harga Total
Rumah Kettle	1	pcs	Rp 20.000,00	Rp 20.000,00
Bibir Kettle	1	pcs	Rp 8.000,00	Rp 8.000,00
Pengait	2	pcs	Rp 5.500,00	Rp 11.000,00
Heating Plate	1	pcs	Rp 40.000,00	Rp 40.000,00
Controller A	1	pcs	Rp 32.000,00	Rp 32.000,00
Plat Penghubung	1	pcs	Rp 2.500,00	Rp 2.500,00
Mur A	3	pcs	Rp 8.000,00	Rp 24.000,00
Switch	1	pcs	Rp 9.000,00	Rp 9.000,00
Inner Wires A	2	pcs	Rp 4.500,00	Rp 9.000,00
Indicator Lamp	1	pcs	Rp 3.000,00	Rp 3.000,00
Inner Wires B	2	pcs	Rp 4.500,00	Rp 9.000,00
Inner Wires C	1	pcs	Rp 4.500,00	Rp 4.500,00
Sekrup D	2	pcs	Rp 7.500,00	Rp 15.000,00
Timah	1	gol	Rp 13.400,00	Rp 13.400,00
Tutup Bawah	1	pcs	Rp 12.000,00	Rp 12.000,00
Penutup Lampu Indikator	1	pcs	Rp 3.000,00	Rp 3.000,00
Sekrup A	3	pcs	Rp 3.000,00	Rp 9.000,00
Pegangan Dalam	1	pcs	Rp 35.000,00	Rp 35.000,00
Pegangan Luar	1	pcs	Rp 35.000,00	Rp 35.000,00
Sekrup A	1	pcs	Rp 3.000,00	Rp 3.000,00
Sekrup B	2	pcs	Rp 5.000,00	Rp 10.000,00
Sekrup C	1	pcs	Rp 6.500,00	Rp 6.500,00
Penutup Luar	1	pcs	Rp 30.000,00	Rp 30.000,00
Dasar Penutup Dalam	1	pcs	Rp 35.000,00	Rp 35.000,00
Kunci Penutup Dalam	1	pcs	Rp 5.000,00	Rp 5.000,00
Per	1	pcs	Rp 6.000,00	Rp 6.000,00
Controller B	1	pcs	Rp 18.000,00	Rp 18.000,00
Cable	1	pcs	Rp 10.000,00	Rp 10.000,00
Penutup Dasar Atas	1	pcs	Rp 13.500,00	Rp 13.500,00
Penutup Dasar Bawah	1	pcs	Rp 12.000,00	Rp 12.000,00
Sekrup A	3	pcs	Rp 3.000,00	Rp 9.000,00
Sekrup D	3	psc	Rp 7.500,00	Rp 22.500,00
Total Biaya				Rp 474.900

Berdasarkan Tabel 5. Diketahui bahwa biaya untuk pemesanan komponen penyusun produk *electric kettle* desain ulang dibutuhkan biaya sebesar Rp 474.900.

Berikut tabel perbandingan DFMA pada *electric kettle* pada tabel berikut.

Tabel 6. Perbandingan Desain *Electric Kettle*

No	Uraian	Sebelum DFMA	Setelah DFMA
1.	Material penyusun komponen bimetal <i>thermostat</i>	Besi dan tembaga	Besi dan perak

Tabel 6. Perbandingan Desain *Electric Kettle*

No	Uraian	Sebelum DFMA	Setelah DFMA
3	Koefisien material penyusun bimetal <i>thermostat</i>	0,00005	0,00008
2	Jumlah Part	45 unit	45 unit
3	Waktu produksi	471	471
4	Biaya produksi	Rp 471.900,-	Rp 474.900,-

Perbedaan desain awal dan usulan *electric kettle* pada material penyusunnya. Hasil perbaikan didapat setelah analisis DFMA yang dilakukan terjadinya penambahan biaya produksi dari Rp 471.900 menjadi Rp 474.900 atau selisahnya sebesar 0,6 %. Pada proses produksinya tidak terjadi perubahan waktu produksinya, yaitu tetap selama 471 detik. Fakta tersebut terjadi dikarenakan tidak adanya perubahan jumlah komponen produk *electric kettle*, yaitu sebanyak 45 unit.

4. Kesimpulan

Desain awal dan desain perbaikan pada penelitian ini tidak mempengaruhi jumlah unit komponen dan waktu perakitan yaitu 45 unit dengan 471 detik waktu perakitan. Perubahan terletak pada bahan penyusun bimetal yang sebelumnya tersusun logam besi dan tembaga yang mempunyai selisih koefisien muai sebesar 0,00005 dan pada desain perbaikan bimetal tersusun oleh logam besi dan perak yang mempunyai selisih koefisien muai lebih besar yaitu 0,00008 sehingga akan lebih optimal sebesar 7,7% untuk melengkung pada saat terjadi perubahan suhu dan akan meningkatkan fungsi thermostat sebagai pengontrol arus listrik otomatis pada *electric kettle*. Biaya pemesanan komponen penyusun produk pada desain awal dibutuhkan biaya Rp471.900. Setelah dilakukan perbaikan pada material bimetal biaya pemesanan komponen menjadi Rp474.900. Terdapat kenaikan biaya pemesanan sebesar Rp3.000 (0,6%) untuk mengganti material bimetal logam besi dan tembaga menjadi besi dan perak.

Referensi

- [1] Ginting, Rosnani. 2023. DFMA (Design For Manufacture and Assembly) Teori dan Aplikasi. Medan: USUPress.
- [2] Hasibuan, Yogi Khairi, dkk. 2013. Rancangan perbaikan stopcontact Melalui Pendekatan Metode DFMA (Design For Manufacture and Assembly) pada PT. XYZ. Jurnal Teknik Industri FT USU. Vol. 1. No. 2.
- [3] Tambunan, Mikha Febryaan, dkk. 2019. Pengembangan Mesin Bakso Dengan Metode dfma (Design For Manufacturing and Assembly). Jom FTEKNIK. Vol. 6. No. 2.
- [4] Ali, Mohamaad Marhaendra, dkk. 2021. Pengaruh Thermostat dan Thermal Fuse pada Produk Penanak Nasi Terhadap Keselamatan Pengguna. Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri, 6 (2).
- [5] Ginting, Rosnani dan M. Ghassan Fattah. 2019. Optimasi Proses Manufaktur Menggunakan DFMA pada PT. XYZ. Jurnal Sistem Teknik Industri, 21 (1).
- [6] Ginting, Rosnani, dkk. 2013. Rancangan Perbaikan Produk Saklar Dengan Integrasi Metode QFD dan DFMA di PT. XXX. Jurnal Teknik Industri, 8 (3).
- [7] Ginting, Rosnani. 2018. Perancangan dan Pengembangan Produk. Medan: USUPress.
- [8] Ginting, Rosnani. 2022. Metode Perancangan Produk (Konsep & Aplikasi). Medan: USUPress.
- [9] Hassan, Mohd Fahrul, dkk. 2019. Application of Design for Six Sigma (DFSS) In Sustainable Product Design: A Case Study on an Electric Kettle. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 607.
- [10] Hassanh, Aas Wasri, dkk. 2018. Fire Sensing System. SUTET, 7 (8).
- [11] Khoirudin, dkk. 2022. Analisis Fenomena Spring-Back/Spring-Go Factor pada Lembaran Baja Karbon Rendah Menggunakan Pendekatan Eksperimental. Jurnal Teknologi, 14 (1).
- [12] Prasetyawan, Firdaus dan Lilik Anifah. 2021. Sistem Kontrol Suhu Ketel Elektrik Menggunakan Metode Logika Fuzzy Sugeno Berbasis ECP8266 dengan Komunikasi Internet Of Things (IoT). Journal of Information Engineering and Education Technology, 5 (1).
- [13] Ricky, dkk. 2016. Redesign Alat las Gesek Rotary Dengan Pendekatan Fault Tree Analysis (FTA) DAN Design for Manufacture and Assembly (DFMA). Jurnal Online Mahasiswa, 3 (2).
- [14] Simamora, Antonius Managam, dkk, 2023. Rancang Bangun Switch Control Thermostat pada Water heater Kapasitas 10 Liter Dengan Daya 300 Watt. Jurnal Al Ulum, 11 (1).