

PENGEMBANGAN MESIN *BELT GRINDER* DENGAN METODE DFMA (*DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY*)

Hikmah Atmaja¹⁾, Dodi Sofyan Arief²⁾

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Panam, Pekanbaru 28293

¹hikmah.atmaja@student.unri.ac.id, ²dodidarul@yahoo.com

ABSTRACT

DFMA is defined as the design of a product or component which can facilitate the process of manufacturing and assembly process with other components to become a unified product. The grinding is a process that plays an important role in the production process or machining process. The belt grinder machine has a working principle by turning a belt-shaped sandpaper stacked on 4 rollers driven by an electric motor. This belt shaped round sandpaper is used to grind a surface such as drill, lathe tools and knives. Development of a simpler design is needed to increase the efficiency of time reduction in the assembly of belt grinder machines. Design development does not change the functionalities of each component of the product. The beginning of study, calculating the efficiency assembly of belt grinder product owned by Suheri's (2018). The next is development process of combination and elimination of components that do not affect the added value of the product. Suheri's belt grinder (2018) has 64 components with assembly efficiency of 7.29% and the results of engine design development have 43 components with assembly efficiency of 9.59%. Increase in assembly efficiency by 2.3% after development.

Keywords: DFMA, grinding, belt grinder, assembly efficiency

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang sangat pesat didunia industri, menyebabkan terjadinya perubahan yang cepat pula di dunia usaha. Untuk dapat mengikuti arus persaingan, perusahaan dituntut untuk terus berinovasi dan menciptakan produk yang berkualitas. Hal ini menyebabkan industri manufaktur dipaksa untuk menghasilkan produk yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dengan harapan yang sangat tinggi terhadap fungsi produk, tetapi dengan biaya yang lebih rendah [1].

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk proses evaluasi suatu rancangan yaitu metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA). DFMA adalah suatu metode yang digunakan untuk mengevaluasi rancangan produk dengan mempertimbangkan kemudahan dalam proses manufaktur dan proses perakitan. Tujuan dari DFMA yaitu untuk menentukan desain produk yang benar-benar dapat menghilangkan komponen-komponen yang sebenarnya tidak diperlukan dan mengurangi proses dalam pembuatan [2].

Perlu kita pahami bahwa nilai biaya produksi suatu produk sangat sulit direduksi, misalnya upah buruh perjam, harga bahan baku, biaya energi dan lain-lain yang bahkan cenderung terus naik. Yang dapat kita reduksi adalah waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi (waktu desain, manufaktur dan perakitan), sehingga jam kerja mesin dapat direduksi. Selain itu juga produk dapat dilempar ke pasar secepat mungkin [3].

Mesin *belt grinder* digunakan untuk menghaluskan atau membentuk suatu komponen. Mesin *belt grinder* ini terbuat dari plat baja yang

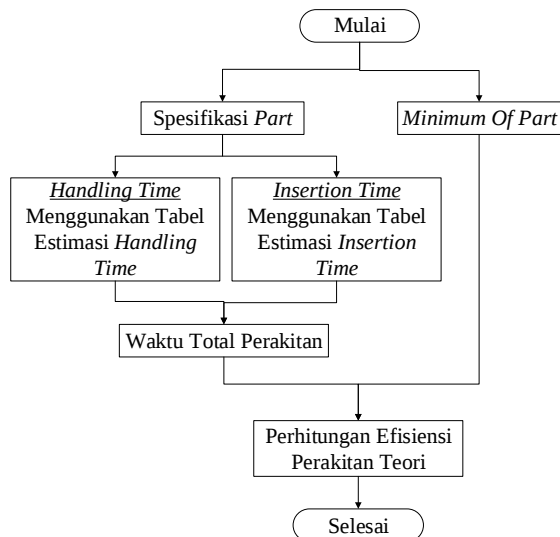
dibentuk vertikal untuk kedudukan roller, pada roller terdapat amplas roll yang telah disambung dan dipasangkan pada roller penggerak yang diputar oleh motor. Ketika mesin dihidupkan maka roller penggerak akan memutar amplas yang terhubung dengan roller pembawa. Dari putaran tersebut mengakibatkan penggerindaan sehingga dapat dilakukan [4].

Dalam proses pembuatan mesin *belt grinder* (Suheri, 2018) tidak mempertimbangkan efisiensi waktu dalam pembuatan mesin tersebut, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk meningkatkan efisiensi waktu dalam pembuatan mesin tersebut.

Dengan penjelasan diatas, maka penelitian ini dilakukan pengembangan mesin *belt grinder* yang digunakan sebagai pengasahan mata pahat, mata *drill*, dan pembentukan komponen lainnya seperti pisau dengan menggunakan metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA), agar pembuatan mesin *belt grinder* ini mudah dalam proses *manufacture* dan *assembly*.

Untuk menentukan efisiensi waktu perakitan mesin secara teori (t_{ma}), sebelumnya harus menentukan spesifikasi part dan waktu perakitan per *part* menggunakan tabel estimasi waktu *handling* dan tabel estimasi waktu *insertion* oleh Dekker, 2002.

Gambar 1 merupakan alur perhitungan estimasi waktu perakitan secara teori mesin *belt grinder*.



Gambar 1 Alur Perhitungan Estimasi Waktu Perakitan

Gambar 1 merupakan tahapan perhitungan estimasi waktu perakitan secara teori. Untuk mendapatkan efisiensi perakitan didapatkan dari perhitungan menggunakan rumus :

$$E_{ma} = \frac{N_{min} \cdot t_a}{t_{ma}}$$

Keterangan :

E_{ma} : Efisiensi Perakitan

N_{min} : *Minimum number of parts*

t_a : Waktu dasar perakitan perkomponen (3s)

t_{ma} : Waktu total perakitan

Minimum of part didapat berdasarkan teori menurut Dakker 2002. Sedangkan waktu total perakitan didapat dengan cara menentukan spesifikasi *part* kemudian waktu *handling* dan waktu *insertion* per *part* menggunakan tabel estimasi waktu *handling* dan tabel estimasi waktu *insertion* oleh Dekker, 2002.

2. Metode

Perancangan atau desain adalah proses menterjemahkan ide atau kebutuhan pasar ke informasi detail dimana sebuah produk dapat dibuat. Hasilnya dapat berupa bentuk gambar teknik dan lain-lain. [5]

2.1 Metode DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*)

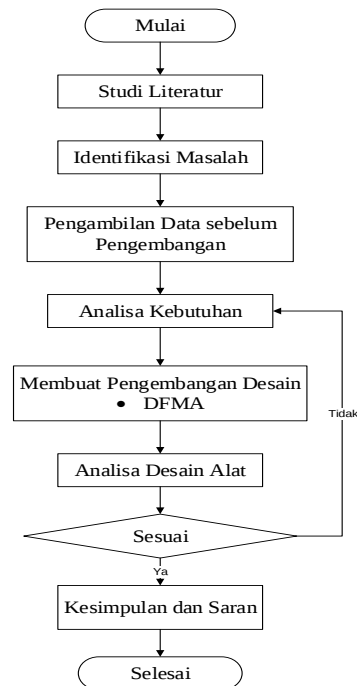
Design for Manufacturing and Assembly diartikan sebagai desain suatu produk atau komponen yang dapat memudahkan proses manufaktur dan proses perakitan dengan komponen lain untuk menjadi kesatuan produk [6].

DFMA merupakan gabungan metode DFM dan DFA. Metode DFM adalah metode yang

digunakan untuk mempermudah proses manufaktur dan DFA adalah metode yang digunakan untuk mempermudah perakitan suatu produk [7].

2.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan dengan menggunakan diagram alir seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

1. Studi Literatur

Merupakan tahapan dalam mencari teori-teori yang relevan dan membantu dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan yang bisa bersumber dari jurnal, buku, skripsi, dan juga bimbingan langsung dengan dosen pembimbing tugas akhir.

2. Identifikasi Masalah

Tahapan proses identifikasi masalah ini dilakukan untuk mengetahui secara jelas masalah yang terjadi pada mesin *belt grinder*. Dengan melakukan observasi lapangan dan *running* mesin *belt grinder* saat melakukan pengamplasan.

3. Pengambilan Data Sebelum Pengembangan

Tahapan ini merupakan cara pengambilan data berupa mengetahui secara jelas fungsi masing-masing komponen yang ada sebelum dilakukan pengembangan desain. Dengan cara melakukan pengamplasan pahat bubut, mata drill dan pisau sesuai dengan peneliti sebelumnya.

4. Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan digunakan untuk mengetahui kebutuhan-kebutuhan yang akan dikembangkan dalam penelitian ini seperti mudah digunakan, mudah dalam proses manufaktur dan perakitan.

5. Membuat Pengembangan Desain

Tahap ini merupakan tahapan dimana desain baru dibuat dengan menggunakan metode DFMA, desain baru yang akan dibuat berdasarkan analisa kebutuhan yang ada pada mesin *belt grinder*.

6. Analisa Desain Alat

Analisa desain alat untuk mengetahui apakah desain alat yang baru sudah sesuai dengan tujuan penelitian yaitu meningkatkan efisiensi proses manufaktur dan perakitan pada produk mesin *belt grinder*. Untuk mencari efisiensi perakitan sesuai dengan alur perhitungan efisiensi waktu perakitan pada Gambar 1.

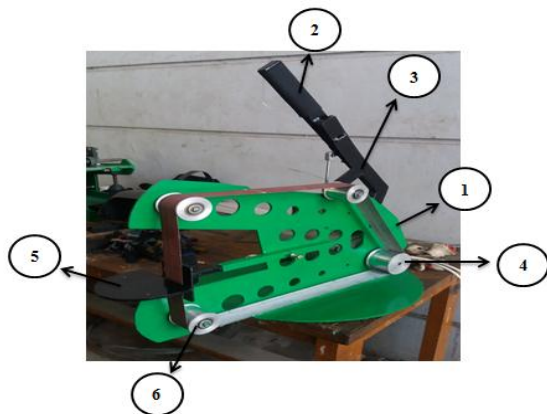
7. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan pembahasan kesimpulan dan saran penelitian yang telah dilakukan.

3. Hasil

4.1 Fungsi Komponen

Dari hasil pengujian dengan melakukan pengamplasan pahat bubut, mata drill dan pisau, maka diketahui fungsi masing-masing mekanisme komponen mesin *belt grinder* dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3 Fungsi Komponen *Belt Grinder*

Gambar 3 diatas merupakan komponen utama mesin *belt grinder*. Fungsi masing-masing mekanisme komponen sebagai berikut:

1. Rangka Utama

Rangka utama berfungsi sebagaiudukan komponen lain yang terdapat pada mesin *belt grinder*.

2. Batang Penyetel

Digunakan sebagai penyetel amplas yang berbentuk *belt* dengan bantuan dorongan satu buah hidraulik yang terhubung pada rangka dan batang penyetel tersebut.

3. Lengan Roll Pembawa

Berfungsi sebagaiudukan roll pembawa. Pada lengan roll pembawa terdapat komponen engsel, per dan baut penyetel. Komponen tersebut

digunakan sebagai pengarah belt amplas saat berputar.

4. Roll Penggerak

Roll penggerak berfungsi sebagai penggerak atau pemutar amplas yang tersambung dengan roll pembawa. Roll penggerak terhubung dengan sebuah motor yang berfungsi sebagai pemutar roll penggerak tersebut.

5. Meja Kerja

Meja kerja terhubung dengan dudukan yang memiliki baut sebagai penyetel jarak meja kerja dengan amplas.

6. Roll Pembawa

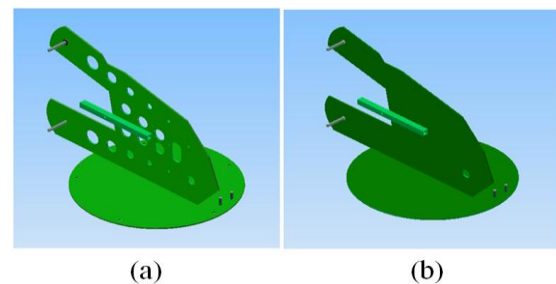
Terdapat 3 buah roll pembawa pada mesin ini, roll pembawa berfungsi sebagai landasan amplas saat berputar

4. Pembahasan

4.1 Perbaikan Desain

Terdapat beberapa perbaikan desain dari produk *belt grinder* (Suheri, 2018) dengan metode DFMA, agar dapat meningkatkan efisiensi waktu manufaktur dan perakitan mesin.

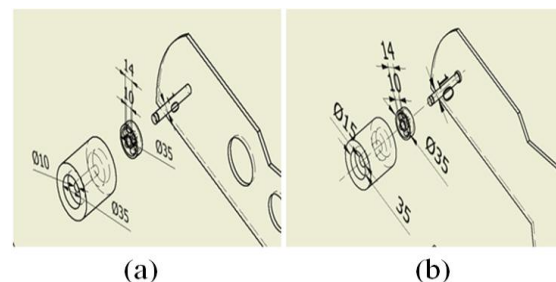
Perbaikan desain pada komponen rangka mesin *belt grinder* dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 4 Desain Rangka (a) Suheri (2018), (b) Hasil Perbaikan

Pada Gambar 4 diatas, Desain rangka mengalami perubahan pada bentuk poros, yang akan di jelaskan pada gambar Pengembangan berikutnya. Selain itu pada desain perbaikan lubang-lubang yang tidak berfungsi terdapat pada rangka dihilangkan agar memudahkan dalam proses manufaktur rangka mesin *belt grinder*.

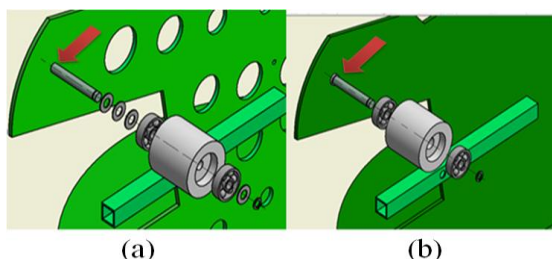
Desain perbaikan roll pembawa dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Desain Roll Pembawa : (a) Suheri (2018), (b) Hasil Perbaikan

Pada Gambar 5, desain roll pembawa produk Suheri (2018) memiliki diameter lubang 10 mm dan diameter poros 10 mm juga. Hal ini menyebabkan putaran roll pembawa tidak lancar. Pada desain perbaikan lubang dibesarkan menjadi 15 mm sehingga putaran roll pembawa menjadi lancar.

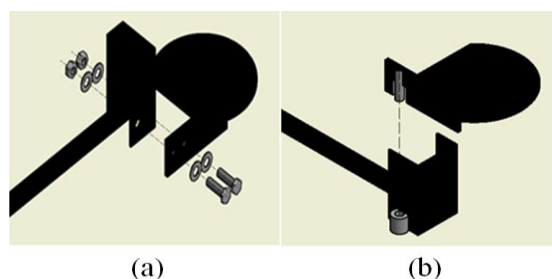
Perbaikan desain poros roll pembawa dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Desain Poros Roll Pembawa : (a) Suheri (2018), (b) Hasil Perbaikan

Gambar 6 desain poros roll pembawa produk Suheri (2018) dibuat tidak bertingkat sehingga pada saat perakitan roll pembawa harus di tambah 3 buah ring. Fungsi ring agar roll pembawa tidak bergesekan dengan rangka saat roll tersebut berputar. Pada desain hasil perbaikan, poros dibuat bertingkat sehingga tidak perlu penambahan ring.

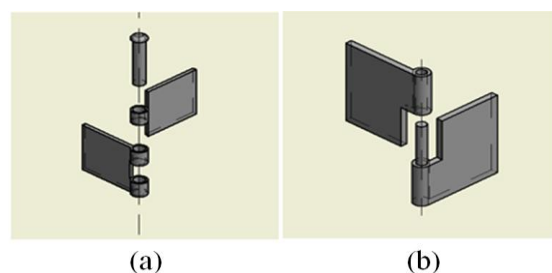
Perbaikan desain sambungan meja kerja dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7 Desain Sambungan Meja Kerja : (a) Suheri (2018), (b) Hasil Perbaikan

Gambar 7 desain produk Suheri (2018) sambungan meja kerja menggunakan 2 buah baut sebagai sambungan. Desain hasil perbaikan diubah menjadi berbentuk pin agar perakitannya mudah.

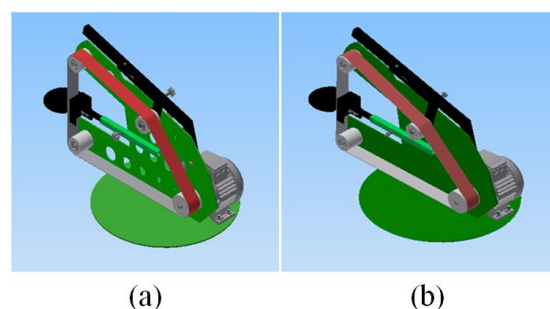
Perbaikan desain engsel dapat dilihat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8 Desain Engsel : (a) Suheri (2018), (b) Hasil Perbaikan

Gambar 8 desain engsel produk Suheri (2018) terdapat 3 unsur penyusun engsel yaitu : engsel 1, engsel 2 dan poros penyambung. Sedangkan pada desain perbaikan terdapat 2 unsur penyusun yaitu : engsel 1 dan engsel 2.

Perbandingan desain mesin *belt grinder* (Suheri, 2018) dan desain hasil pengembangan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Desain Mesin *Belt Grinder* : (a) Suheri (2018), (b) Hasil Perbaikan

4.2 Perhitungan Estimasi Waktu Perakitan

4.2.1 Perhitungan Estimasi Perakitan Mesin *Belt Grinder* Suheri (2018).

Tabel 1 digunakan untuk mendapatkan waktu perakitan total komponen mesin awal.

Tabel 1 *Worksheet Analisis Desain Produk Awal*

Name Item	Number of Item (RP)	Handling Code	Handling Time (s) (TH)	Insertion Code	Indention Time (s) (TI)	Total Time (s) (RP)*(TH+TI)	Min, Part
1. Rangka	1 91	3	-	-	3	0	
2. Motor Listrik	1 91	3	00	1,5	4,5	1	
3. Mur Motor Listrik	4 01	1,43	38	6	29,72	0	
4. Ring Motor Listrik	4 03	1,69	00	1,5	12,76	0	
5. Dudukan Meja Kerja	1 30	1,95	30	2	3,95	0	
6. Baut Dudukan Meja Kerja	1 10	1,5	38	6	7,5	0	
7. Meja Kerja	1 30	1,95	06	5,5	7,45	0	
8. Baut Meja Kerja	2 10	1,5	06	5,5	14	0	
9. Mur Meja Kerja	2 01	1,43	38	6	14,86	0	
10. Ring Meja Kerja	4 03	1,69	00	1,5	12,76	0	
11. Lengan Penyetel	1 30	1,95	06	5,5	7,45	0	
12. Baut Lengan Penyetel	1 10	1,5	06	5,5	7	0	
13. Baut Penyetel	1 10	1,5	38	6	7,5	1	
14. Mur Lengan Penyetel	1 00	1,13	38	6	7,13	0	
15. Ring Lengan Penyetel	2 03	1,69	00	1,5	6,38	0	
16. Hidraulik	1 25	2,57	06	5,5	8,07	2	
17. Baut Atas Hidraulik	2 11	1,8	38	6	15,6	0	
18. Baut Bawah Hidraulik	1 10	1,5	06	5,5	7	0	
19. Mur Bawah Hidraulik	1 00	1,13	38	6	7,13	0	
20. Ring Bawah Hidraulik	2 03	1,69	00	1,5	6,38	0	
21. Per Pengencang	1 40	3,6	19	10	13,6	0	
22. Poros Engsel	1 10	1,5	06	5,5	7	0	
23. Lengan Roll Pembawa	1 30	1,95	06	5,5	7,45	0	

24. Roll Pembawa	3	00	1,13	02	2,5	10,89	2
25. Bearing Roll Pembawa	6	05	1,84	98	9	65,04	2
26. Ring Roll Pembawa	12	03	1,88	00	1,5	30,42	0
27. Snap Ring Roll Pembawa	3	40	3,6	31	5	25,8	0
28. Roll Penggerak	1	15	2,25	00	1,5	3,75	0
29. Baut Roll Penggerak	1	10	1,5	38	6	7,5	0
30. Amplas Belt	1	83	5,6	32	4	9,6	1
Total	64					370,19	9

Perhitungan efisiensi waktu *assembly* produk mesin *belt grinder* awal secara teori adalah sebagai berikut :

Waktu dasar perakitan per *part* (t_a) : 3 detik

Minimum of part (N_{min}) : 9 *part*

Waktu total perakitan (t_{min}) : 370,19 detik

$$E_{ma} = \frac{N_{min} \cdot t_a}{t_{min}}$$

$$E_{ma} = \frac{9 \times 3}{370,19}$$

$$= 0,0729 \text{ atau } 7,29\%$$

4.2.2 Perhitungan Estimasi Perakitan Mesin Belt Grinder Desain Pengembangan.

Tabel 2 digunakan untuk mendapatkan waktu perakitan total desain pengembangan.

Tabel 2 *Worksheet Analisis Desain Pengembangan*

Name Item	Number of Item (RP)	Handling Code	Handling Time (s) (TH)	Insertion Code	Indertion Time (s) (TI)	Total Time (s) (RP)*(TH+TI)	Min, Part
1. Rangka	1	91	3	-	-	3	0
2. Motor Listrik	1	91	3	00	1,5	4,5	1
3. Mur Motor Listrik	4	01	1,43	38	6	29,72	0
4. Ring Motor Listrik	4	03	1,69	00	1,5	12,76	0
5. Dudukan Meja Kerja	1	30	1,95	30	2	3,95	0
6. Baut Dudukan Meja Kerja	1	10	1,5	38	6	7,5	0
7. Meja Kerja	1	30	1,95	00	1,5	2,45	0
8. Lengan Penyetel	1	30	1,95	06	5,5	7,45	0
9. Baut Lengan Penyetel	1	10	1,5	06	5,5	7	0
10. Baut penyetel	1	10	1,5	38	6	7,5	1
11. Mur Lengan Penyetel	1	00	1,13	38	6	7,13	0
12. Ring Lengan Penyetel	2	03	1,69	00	1,5	6,38	0
13. Hidraulik	1	25	2,57	06	5,5	8,07	2
14. Baut Atas Hidraulik	2	11	1,8	38	6	15,6	0
15. Baut Bawah Hidraulik	1	10	1,5	06	5,5	7	0
16. Mur Bawah Hidraulik	1	00	1,13	38	6	7,13	0
17. Ring Bawah Hidraulik	2	03	1,69	00	1,5	6,38	0
18. Per Pengcang	1	40	3,6	19	10	13,6	0
19. Lengan Roll Pembawa	1	30	1,95	00	1,5	3,45	0
20. Roll Pembawa	3	00	1,13	02	2,5	10,89	2
21. Bearing Roll Pembawa	6	05	1,84	98	9	65,04	2
22. Snap Ring Roll Pembawa	3	40	3,6	31	5	25,8	0
23. Roll Penggerak	1	15	2,25	00	1,5	3,75	0
24. Baut Roll Penggerak	1	10	1,5	38	6	7,5	0
25. Amplas Belt	1	83	5,1	32	4	9,1	1
Total	43					281,5	9

Perhitungan efisiensi waktu *assembly* mesin *belt grinder* desain pengembangan secara teori sebagai berikut :

Waktu dasar perakitan per *part* (t_a) : 3 detik

Minimum of part (N_{min}) : 9 *part*

Waktu total perakitan (t_{min}) : 281,5 detik

$$E_{ma} = \frac{N_{min} \cdot t_a}{t_{min}}$$

$$E_{ma} = \frac{9 \times 3}{281,5}$$

$$= 0,0959 \text{ atau } 9,59\%$$

4.3 Penggunaan Tool

Setelah dilakukan pengembangan desain, terdapat beberapa perubahan sistem penyambungan dalam perakitan komponen yang akan mempengaruhi penggunaan *tool*.

Tabel 3 melihatkan perbedaan penggunaan *tool* pada mesin *belt grinder*.

Tabel 3 *Penggunaan Tool Mesin Belt Grinder*

No	Penggunaan	Produk Awal	Desain Pengembangan
1	Pengcangan Mur Motor Listrik	Kunci 12	Kunci 12
2	Pengcangan Baut Roll Penggerak	Kunci 10	Kunci 12
3	Pengcangan Baut dan Mur Batang Penyetel	Kunci 12	Kunci 12
4	Pengcangan Baut dan Mur Hidraulik Bawah	Kunci 10	Kunci 10
5	Pengcangan Baut Hidraulik Atas	Kunci 8	Obeng (-)
6	Pengcangan Baut dan Mur Meja Kerja	Kunci 12	-
7	Pemasangan Spy Roll Pembawa	Tang Spy	Tang Spy
8	Pemasangan Per Pengcang	Obeng (-)	Obeng (-)
9	Pengcangan Baut Penyetel Meja Kerja	Kunci 14	Kunci 12
Jumlah		6 Tool	4 Tool

4. Simpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan, maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1) Berdasarkan pengembangan mesin *belt grinder* dengan metode DFMA terdapat beberapa komponen yang diperbaiki, dikombinasi dan dieliminasi, tetapi tidak merubah fungsi dan kegunaan komponen tersebut. Kemudian hasilnya didapatkan gambar teknik sebagai desain mesin *belt grinder* yang lebih efisien dalam proses manufaktur dan perakitan setiap komponen.

2) Dengan hasil pengembangan ini proses perakitan menjadi lebih mudah dan waktu yang dibutuhkan lebih singkat untuk setiap unit produk jika dibandingkan dengan desain yang lama. Untuk efisiensi perakitan dari produk mesin *belt grinder*

Suheri (2018) adalah 7,29% dengan 64 komponen. Sedangkan efisiensi perakitan dari desain pengembangan mesin *belt grinder* adalah 9,59% dengan 43 komponen. Hasil desain pengembangan ini dapat mereduksi 21 komponen dan meningkatkan efisiensi perakitan sebesar 2,3%.

Daftar Pustaka

- [1] Yogi Khairi Hasibuan, A.Jabbar M.Rambe, Rosnani Ginting. 2013. Rancangan Perbaikan *Stopcontact* Melalui Pendekanan Metode DFMA (*Design For Manufacturing And Assembly*) Pada PT.XYZ. Universitas Sumatera Utara. Jurnal Teknik Industri FT USU Vol. 1 : 35-36
- [2] Priadythama, Ilham. 2017. Penerapan DFMA untuk *Low Cost High Customization Product*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [3] Yusri. 2008. Penerapan DFMA untuk *Low Cost High Customization Product*. Politeknik Negeri Padang. Jurnal Teknik Mesin Vol. 5 No.1 : 1-2.
- [4] Suheri. 2018. Pembuatan Mesin *Belt Grinder*. Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru.
- [5] Nugroho, Agung. 2008. Perancangan Alat Bantu Untuk Proses Permesinan Pada Mesin *Chamfering* DR 99 DI Industri Sepeda Motor Dengan Metode DFMA (*Design For Manufacturing And Assembly*). Universitas Indonesia, Jakarta
- [6] Boothroyd, Geoffrey. 2010. *Product Design for Manufacturing and Assembly*, Marcel Dekker, Inc.
- [7] Dekker, M. 2002. *Manufacturing Engineering And Materials Processing*. Marcel Dekker Inc. New York.

