



PAPER – OPEN ACCESS

Penerapan Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) pada Jam Dinding

Author : Anastasya Sitepu, dan Brilioneristen
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1803
Electronic ISSN : 2654-7031
Print ISSN : 2654-7031

Volume 6 Issue 1 – 2023 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



Penerapan *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) pada Jam Dinding

Anastasya Sitepu^a, Brilioneristen^b

^aDepartemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155

^bDepartemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

anastasyastp22@gmail.com, lionlion2k17@gmail.com

Abstrak

Design for manufacturing and assembly (DFMA) dapat dijelaskan sebagai konsep desain produk atau komponen yang mempermudah proses manufaktur dan perakitan dengan komponen lain menjadi produk yang utuh. Salah satu tantangan dalam perakitan Jam Dinding adalah proses yang memakan waktu lama. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi produk untuk menghilangkan langkah-langkah perakitan yang tidak perlu guna mempercepat waktu perakitan dan menghindari pemborosan. Perbaikan Jam Dinding dilakukan menggunakan metode *Design for manufacturing and assembly* (DFMA) dengan saran perbaikan pada peta proses perakitan (*Assembly Process Chart*). Hasil perbaikan dengan DFMA melibatkan penghilangan mur dengan menerapkan sistem Snap-Fit dan penggabungan kayu triplek dengan dial. Dalam desain awal, biaya perakitan Jam Dinding adalah Rp. 25.392 per unit, sedangkan setelah perbaikan menjadi Rp. 19.320 per unit. Ini menunjukkan penghematan biaya sebesar Rp. 6.072 dalam desain produk. Selain itu, waktu perakitan setiap unit Jam Dinding setelah direncanakan adalah 184 detik. Dibandingkan dengan desain awal, waktu perakitan menjadi 140 detik. Ini berarti perbaikan desain Jam Dinding menghemat waktu sebesar 40 detik. Efisiensi desain awal produk Jam Dinding adalah 12,74%, sedangkan setelah perbaikan, efisiensi desain meningkat menjadi 14,16%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa efisiensi desain perbaikan lebih baik dibandingkan dengan desain awal, dengan selisih efisiensi desain sebesar 1,42%.

Kata Kunci: DFMA; Jam Dinding; *Assembly Process Chart*

Abstract

Design for manufacturing and assembly (DFMA) is design of a product or component that facilitate the manufacturing process, and the assembly process with other components to form a product. One of the problems occurs in the assembly of wall clocks is \ the assembly process takes too long, therefore it is necessary to evaluate so unnecessary processes in assembling wall clocks can be eliminated with the aim of shortening the time for assembling wall clocks. This clock product improvement was carried out using *Design for manufacturing and assembly* (DFMA) work map the *Assembly Process Chart*. The results of improvements with the DFMA method are the elimination of nuts by applying the Snap-Fit system and combining plywood with dials. It can be seen that for the initial product design the required assembly cost is Rp. 25,392/unit. After making improvements it is decreased by Rp.19,320/unit. This proves that the product design saves by Rp. 6,072. The result of the assembly time is 184 seconds. Compared to the initial design of the product, it takes 140 seconds to assemble each unit of the wall clock product. This means that improvements to the wall clock design save 40 seconds. In calculating the initial product design efficiency of wall clocks is 12.74%. After repairs were made, product design efficiency for repairing wall clocks was obtained by 14.16%. It can be seen that the efficiency of the design improvement is better than the efficiency of the initial product design with a design efficiency difference of 1.42%.

Keywords: DFMA; Clock; *Assembly Process Chart*

1. Pendahuluan

Perancangan produk membutuhkan waktu lama dan banyak usaha. Penting untuk menargetkan program perancangan untuk meminimalkan waktu dan biaya dan merencanakannya agar berhasil diselesaikan dalam sumber daya yang dialokasikan. Waktu sangat penting, minimal sesuai dengan perkembangan optimal. Proses perancangan merupakan kumpulan berbagai kegiatan teknis dalam proses pengembangan produk yang bertujuan untuk memenuhi pasar dan bisnis, yang terdiri dari penyempurnaan di mulai dari visi produk. Kegiatan perancangan produk dapat diklasifikasikan ke dalam beragam cara. Hal ini dilakukan untuk menunjukkan upaya yang akan dilakukan, cara kerja pengembangan yang akan direncanakan seperti perancangan asli (*original design*), perancangan adaptif, atau perancangan varian [1].

Design for manufacturing and assembly (DFMA) merupakan metode yang dengan biaya minimum namun berkualitas maksimum [2]. Dengan DFMA, maka dapat dinilai biaya dan material fasilitas perancangan yang baru dengan fasilitas perancangan yang sudah ada sebelumnya [3]. DFA atau Design for Assembly, jika dijelaskan secara sederhana, adalah proses merancang produk atau peralatan dengan tujuan mempermudah dan mendukung proses perakitan. Dalam hal lain, perancang harus mempertimbangkan apakah struktur produk yang dirancang dapat mendukung proses perakitan secara efisien. Bahkan, DFA dapat mencakup penerapan metode desain produk lainnya untuk mencapai produk yang lebih baik, memperpendek siklus hidup produk, dan mengurangi biaya produksi. Dengan menerapkan prinsip-prinsip DFA dalam desain produk, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses perakitan serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia [4]. Prinsip-prinsip *Design for manufacture* (DFM) diantaranya mengurangi jumlah komponen, mengembangkan rancangan modular, menggunakan komponen standar/serupa, mendesain *part* yang multiguna, dan mendesain kemudahan manufaktur [5].

Peta aliran proses operasional adalah gambaran yang menggambarkan proses peralatan yang bertanggung jawab atas proses kerja dan pemeriksaan dari awal hingga menjadi produk atau bagian produk [6]. Dalam peta aliran proses operasional, terlihat proses kerja, pemeriksaan, transportasi, waktu tunggu, dan penyimpanan yang terjadi selama proses berlangsung, serta berisi informasi yang diperlukan untuk menganalisisnya [7]. Peta kerja menggambarkan semua langkah dari transportasi, operasi mesin, pemeriksaan, hingga perakitan, hingga menjadi produk jadi, baik sebagai produk lengkap maupun sebagai bagian dari produk lengkap [8].

Product Structure Tree adalah diagram berbentuk pohon yang menunjukkan bagaimana suatu produk dibuat dari komponen-komponennya. Struktur produk menggambarkan proses pembuatan atau perakitan produk dari komponen dan bagian-bagiannya. Hasil dari pemecahan ini adalah daftar panjang komponen secara berurutan. Hasil pemecahan ini adalah daftar panjang komponen yang perlu dibuat, jumlah yang akan dibuat, dan tenggat waktu penyelesaiannya sehingga mendukung proses perakitan produk akhir [9].

Daftar Bahan (*Bill of Material/BOM*) merupakan kumpulan informasi mengenai jumlah komponen, komponen pendukung, dan *sub-assy* (produk setengah jadi) yang dibutuhkan dalam proses produksi produk jadi. Informasi ini dapat diorganisir dalam bentuk struktur produk (*product structure tree*) [10]. BOM sering disebut sebagai struktur pohon produk karena BOM menunjukkan bagaimana produk dibuat dari komponen-komponennya. Struktur produk menunjukkan jumlah komponen dan bagian produk yang dibutuhkan, serta proses perakitan jika struktur produk telah dimasukkan ke dalam BOM. BOM mencantumkan nama komponen, nomor identitas, nomor gambar, dan sumber bahan yang dibuat di dalam perusahaan atau yang dibeli dari luar perusahaan [11].

Assembly Process Chart sering ditemukan pada operasi tertentu dapat dihilangkan sebagian atau keseluruhan dari suatu operasi, atau suatu operasi yang dapat digabungkan dengan operasi lainnya, terdapat rute yang lebih baik untuk suku cadang, ditemukan mesin yang lebih ekonomis untuk digunakan, penundaan operasi dapat dihilangkan, dan perbaikan lainnya yang berfungsi agar dapat dihasilkan produk dengan biaya yang lebih rendah namun dengan kualitas yang lebih baik [12].

Snap-Fit merupakan suatu metode dalam perakitan yang digunakan dalam memasang bagian yang fleksibel. Kriteria penting untuk snap-fit adalah fleksibilitas dalam fitur penguncian integral [13]. *Snap fit* dapat diaplikasikan pada bahan lain selain dari plastik yang sering sekali digunakan pada industri [14]. *Snap fit* dapat dimodifikasi dengan menambah komponen yang terintegrasi agar kekuatan menguncinya bertambah. Hal ini dapat menginspirasi *designer* untuk menambah dan menciptakan fungsi baru ke rancangan *snap fit* sesuai dengan kebutuhan dan bahan yang digunakan [15].

Jam merupakan salah satu penemuan tertua manusia yang digunakan untuk mengukur durasi waktu yang lebih pendek daripada unit alami seperti hari, bulan, dan tahun. Selama ribuan tahun, berbagai perangkat fungsional telah digunakan, termasuk jam yang digunakan saat ini. Jam dinding adalah jenis jam yang ditempatkan pada dinding. Jam dinding juga bisa digunakan sebagai pajangan atau hiasan di dalam ruangan. Salah satu masalah yang timbul dalam proses perakitan jam dinding adalah lamanya waktu yang dibutuhkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi produk agar proses yang tidak diperlukan dalam perakitan jam dinding dapat dihilangkan dengan tujuan mempersingkat waktu perakitan dan menghindari pemborosan. Gambar 1 menunjukkan contoh jam dinding.



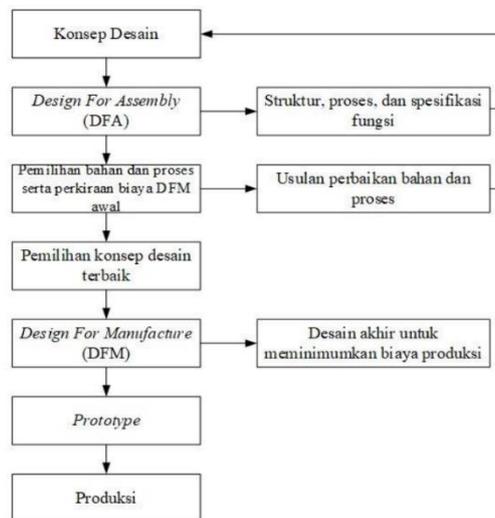
Gambar 1. Jam Dinding

Permasalahan yang terdapat pada jam dinding adalah masih adanya penggunaan mur untuk menggabungkan set bagian depan jam dan set bagian belakang jam. Permasalahan lainnya masih digunakannya kayu triplek sebagai alas dari dial. Dari dua permasalahan ini, maka akan membuat proses perakitan semakin lama dan menambah biaya produksi. Dengan permasalahan yang terjadi, maka digunakan metode DFMA dalam perbaikannya. Penerapan metode DFMA dalam perakitan jam dinding bertujuan untuk mengurangi waktu proses perakitan dan mengurangi biaya produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan desain produk Jam Dinding usulan dengan menerapkan metode *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA), memperbaiki rancangan produk dengan menerapkan perbaikan *Assembly Process Chart* dan *Snap-Fit Joined System*, dan menghitung efisiensi desain dan penghematan biaya perakitan produk.

2. Metodologi Penelitian

Perbaikan pada desain jam dinding dilakukan dengan menerapkan metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA). DFMA merupakan pendekatan yang mempertimbangkan aspek manufaktur dan perakitan dalam proses desain produk atau komponen. Dalam DFMA, *Design for Assembly* (DFA) merupakan bagian yang fokus pada desain produk atau peralatan untuk memudahkan dan mendukung proses perakitan dengan komponen lainnya [4].

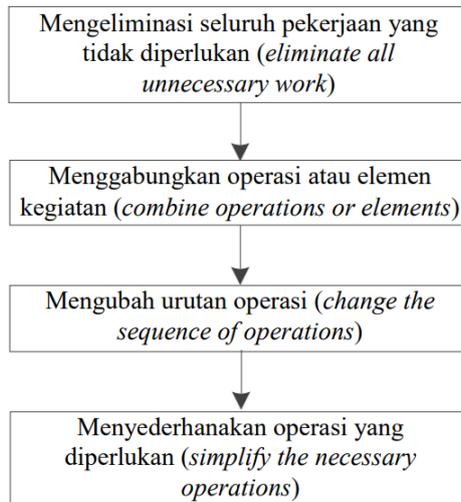
Untuk melakukan perbaikan pada rancangan jam dinding, langkah-langkah DFMA digunakan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Langkah-Langkah Perancangan Produk dengan DFMA

Selanjutnya, langkah berikutnya adalah meningkatkan *Assembly Process Chart* (APC) dengan menerapkan beberapa analisis yang bertujuan untuk mengembangkan proses perakitan yang standar. Tujuan dari perbaikan ini adalah untuk meningkatkan efisiensi kerja operator perakitan yang saat ini belum optimal karena masih terjadi pemborosan.

Assembly Process Chart sering ditemukan pada operasi tertentu dapat dihilangkan sebagian atau keseluruhan dari suatu operasi, atau suatu operasi yang dapat digabungkan dengan operasi lainnya, terdapat rute yang lebih baik untuk suku cadang, ditemukan mesin yang lebih ekonomis untuk digunakan, penundaan operasi dapat dihilangkan, dan perbaikan lainnya yang berfungsi agar dapat dihasilkan produk dengan biaya yang lebih rendah namun dengan kualitas yang lebih baik [12]. Tujuan dari *Assembly Process Chart* (APC) adalah untuk menampilkan hubungan antara komponen-komponen dan dapat diilustrasikan melalui diagram yang disebut "gambar terurai". Diagram ini digunakan untuk menginstruksikan urutan perakitan yang kompleks kepada pekerja yang tidak terlatih. Langkah-langkah perbaikan pada peta operasi berdasarkan teori Barnes dapat ditemukan pada Gambar 3.



Gambar 3. Langkah-Langkah Perbaikan Assembly Process Chart (APC)

3. Hasil dan Pembahasan

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

3.1. Konsep Desain

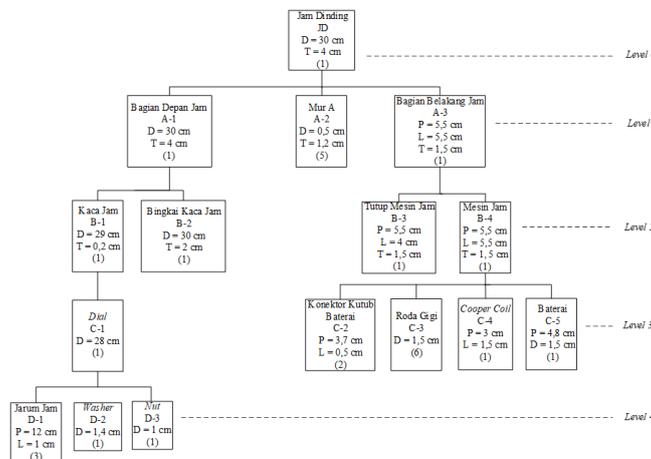
Konsep desain awal dari jam dinding yang menjadi objek penelitian adalah memiliki komponen dengan jumlah 13 unit, yaitu baterai, cooper coil, roda gigi, konektor kutub baterai, tutup mesin jam, badan mesin jam, kayu triplek, dial, nut, washer, aluminium, kaca, dan mur.

3.2. Design for Assembly (DFA)

Perancang harus mempertimbangkan apakah struktur produk yang dibuatnya dapat mendukung proses perakitan selanjutnya [4]. Analisis DFA akan mendapatkan nilai efisiensi pada perakitan.

a. Perakitan

Design for Assembly dimulai dengan penggambaran struktur produk jam dinding awal. Struktur produk merupakan suatu diagram yang menunjukkan hubungan hierarkis antara part/komponen/sub-assembly yang membentuk suatu produk. Maka, Product Structure Tree adalah diagram (seperti pohon dengan cabang-cabangnya) yang menunjukkan bagaimana suatu produk dibuat dari bagian-bagiannya. Struktur produk jam dinding awal dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Produk Jam Dinding Desain Awal

b. Proses Perakitan Jam Dinding Awal

Setelah dilakukan penggambaran struktur produk jam dinding awal, maka dibuatlah urutan proses perakitan produk jam dinding awal. Urutan Proses perakitan produk jam dinding awal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Urutan Proses Perakitan Produk Jam Dinding Awal

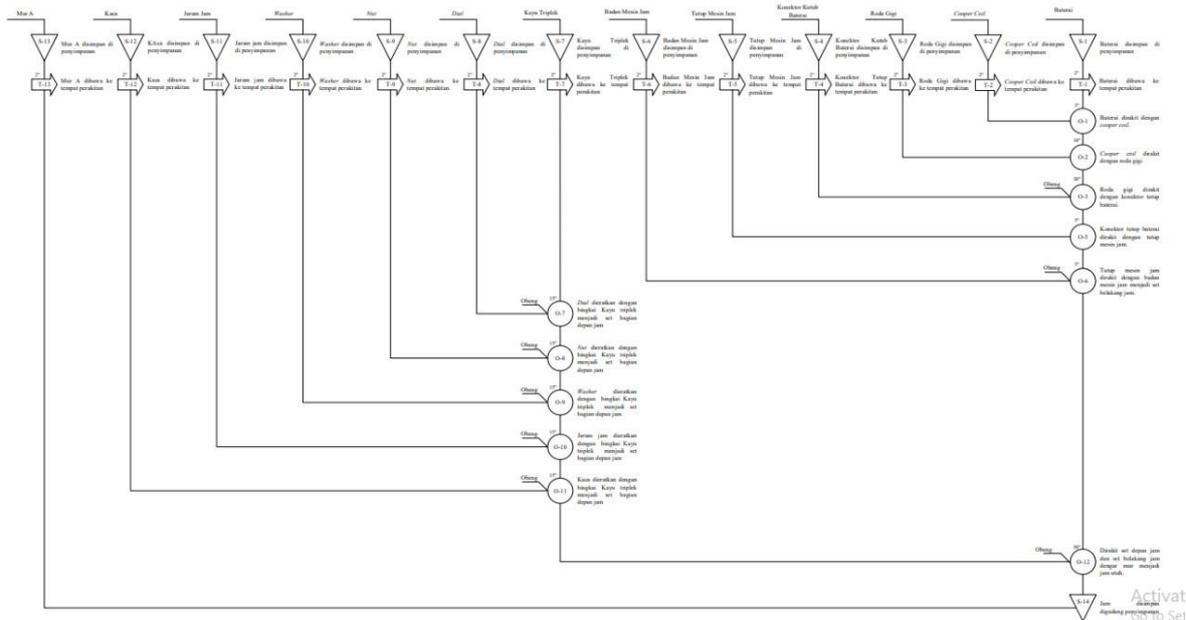
No. Operasi	Elemen Kegiatan	Waktu Perakitan (Detik)
1	Baterai dibawa ke tempat perakitan	2
2	<i>Cooper Coil</i> dibawa ke tempat perakitan	2
3	Baterai dirakit dengan <i>cooper coil</i> .	3
4	Roda Gigi dibawa ke tempat perakitan	2
5	<i>Cooper coil</i> dirakit dengan roda gigi	10
6	Konektor Tutup Baterai dibawa ke tempat perakitan	2
7	Roda gigi dirakit dengan konektor tutup baterai.	30
8	Tutup Mesin Jam dibawa ke tempat perakitan	2
9	Konektor tutup baterai dirakit dengan tutup mesin jam.	5
10	Badan Mesin Jam dibawa ke tempat perakitan	2
11	Tutup mesin jam dirakit dengan badan mesin jam menjadi set belakang jam.	5
12	Kayu Triplek dibawa ke tempat perakitan	2
13	<i>Dial</i> dibawa ke tempat perakitan	2
14	<i>Dial</i> dieratkan dengan bingkai Kayu triplek menjadi set bagian depan jam	15
15	<i>Nut</i> dibawa ke tempat perakitan	2
16	<i>Nut</i> dieratkan dengan bingkai Kayu triplek menjadi set bagian depan jam	15
17	<i>Washer</i> dibawa ke tempat perakitan	2
18	<i>Washer</i> dieratkan dengan bingkai Kayu triplek menjadi set bagian depan jam	15
19	Jarum jam dibawa ke tempat perakitan	2
20	Jarum jam dieratkan dengan bingkai Kayu triplek menjadi set bagian depan jam	15
21	Kaca dibawa ke tempat perakitan	2
22	Kaca dieratkan dengan bingkai Kayu triplek menjadi set bagian depan jam	15
23	Mur A dibawa ke tempat perakitan	2
24	Dirakit set depan jam dan set belakang jam dengan mur menjadi jam utuh.	30
25	Jam disimpan digudang penyimpanan	-
	Total Waktu Perakitan	184

Berdasarkan kegiatan perakitan, komponen/*part* penyusun produk jam dinding yang diidentifikasi memiliki masalah pada perakitan dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Komponen Penyusun Produk Jam Dinding

No.	Nama Komponen	Gambar Komponen	Fungsi Komponen	Masalah
1.	Mur		Menggabungkan bagian depan jam dan bagian belakang jam	Membuat proses perakitan semakin lama dan menambah biaya produksi
2	Kayu Triplek		Sebagai alas dari dial	Membuat proses perakitan semakin lama dan menambah biaya produksi

Berdasarkan data waktu proses perakitan dan data urutan proses perakitan maka dapat digambarkan peta proses perakitan (*Assembly Process Chart*) jam dinding awal yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. *Assembly Process Chart* Jam Dinding Desain Awal

c. Spesifikasi

Daftar spesifikasi produk jam dinding beserta komponennya diuraikan dalam *Bill of Material*. *Bill of Material* (BOM) adalah sebuah daftar yang mencakup informasi mengenai jumlah setiap komponen, komponen pendukung, dan *sub-assy* (produk setengah jadi) yang diperlukan dalam proses produksi produk jadi. Informasi ini dapat diorganisir dalam bentuk pohon produk (*product structure tree*) [10]. Berikut adalah *Bill of Material* untuk jam dinding yang tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Single Level Bill of Material Struktur Produk Jam Dinding

Item No.	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah (Unit)	Keterangan
JD	Jam Dinding	D = 30 cm T = 4 cm	1	<i>Assembled</i>
A-1	Bagian Depan Jam	D = 30 cm T = 4 cm	1	<i>Assembled</i>
A-2	Mur A	D = 0,5 cm T = 1,2 cm P = 5,5 cm	5	<i>Purchased</i>
A-3	Bagian Belakang Jam	L = 5,5 cm T = 1,5 cm	1	<i>Assembled</i>
B-1	Kaca Jam	D = 29 cm T = 0,2 cm	1	<i>Assembled</i>
B-2	Bingkai Kaca Jam	D = 30 cm T = 2 cm P = 5,5 cm	1	<i>Assembled</i>
B-3	Tutup Mesin Jam	L = 4 cm T = 1,5 cm P = 5,5 cm	1	<i>Purchased</i>
B-4	Mesin Jam	L = 5,5 cm T = 1,5 cm	1	<i>Purchased</i>
C-1	Dial	D = 28 cm P = 3,7 cm	1	<i>Purchased</i>
C-2	Konektor Kutub Baterai	L = 0,5 cm	2	<i>Purchased</i>
C-3	Roda Gigi	D = 1,5 cm P = 3 cm	6	<i>Purchased</i>
C-4	<i>Cooper Coil</i>	L = 1,5 cm	1	<i>Purchased</i>
C-5	Baterai	P = 4,8 cm D = 1,5 cm	1	<i>Purchased</i>
D-1	Jarum Jam	P = 12 cm L = 1 cm	3	<i>Purchased</i>
D-2	<i>Washer</i>	D = 1,4 cm	1	<i>Purchased</i>
D-3	<i>Nut</i>	D = 1 cm	1	<i>Purchased</i>

3.3. Perbaikan Peta Kerja Berdasarkan Teori Barnes

Berdasarkan data waktu proses perakitan dan data urutan proses perakitan maka dapat digambarkan peta proses perakitan (*Assembly Process Chart*) jam dinding awal yang dapat dilihat pada gambar berikut. Berdasarkan teori Barnes (1980), hal yang dapat dilakukan untuk memperbaiki peta kerja perakitan jam dinding adalah sebagai berikut [12].

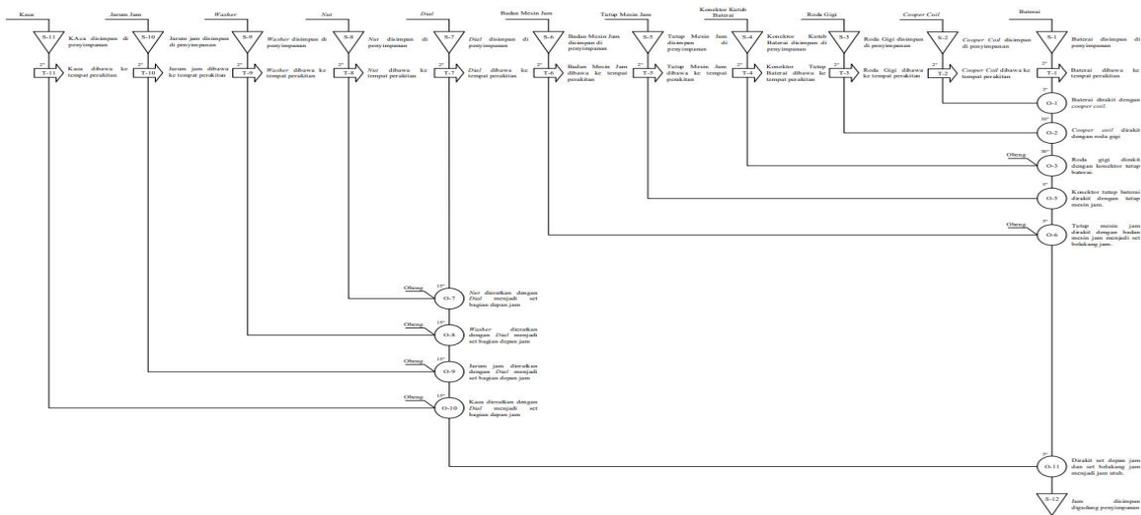
- Mengeliminasi seluruh pekerjaan yang tidak diperlukan Adanya pekerjaan pemasangan mur untuk menggabungkan set bagian depan jam dengan set bagian belakang jam yang mengakibatkan bertambahnya waktu perakitan dan bertambahnya biaya produksi. Hal tersebut dapat dieliminasi dan digantikan dengan menerapkan *Snap-Fit*.
- Menggabungkan elemen pekerjaan Komponen dial dan kayu triplek dipasang secara terpisah. Komponen dial dan kayu triplek lebih baik disatukan, 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 dial dan kayu triplek serta mur yang diganti menggunakan *Snap-Fit* maka elemen pekerjaan perakitan disederhanakan menjadi satu elemen pekerjaan saja.

Setelah melaksanakan perbaikan, telah teridentifikasi beberapa sumber pemborosan dalam proses perakitan. Sumber pemborosan tersebut kemudian diperbaiki dengan mengubah metode kerja dan menetapkan urutan pengerjaan yang seragam dalam proses perakitan. Berikut adalah urutan perakitan yang diusulkan untuk produk Jam Dinding beserta estimasi waktu perakitan yang tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Urutan Proses Perakitan Produk Jam Dinding Usulan

No. Operasi	Elemen Kegiatan	Waktu Perakitan (Detik)
1	Baterai dibawa ke tempat perakitan	2
2	<i>Cooper Coil</i> dibawa ke tempat perakitan	2
3	Baterai dirakit dengan <i>cooper coil</i> .	3
4	Roda Gigi dibawa ke tempat perakitan	2
5	<i>Cooper coil</i> dirakit dengan roda gigi	10
6	Konektor Tutup Baterai dibawa ke tempat perakitan	2
7	Roda gigi dirakit dengan konektor tutup baterai.	30
8	Tutup Mesin Jam dibawa ke tempat perakitan	2
9	Konektor tutup baterai dirakit dengan tutup mesin jam.	5
10	Badan Mesin Jam dibawa ke tempat perakitan	2
11	Tutup mesin jam dirakit dengan badan mesin jam menjadi set belakang jam.	5
12	<i>Dial</i> dibawa ke tempat perakitan	2
13	<i>Nut</i> dibawa ke tempat perakitan	2
14	<i>Nut</i> dieratkan dengan <i>Dial</i> menjadi set bagian depan jam	15
15	<i>Washer</i> dibawa ke tempat perakitan	2
16	<i>Washer</i> dieratkan dengan <i>Dial</i> menjadi set bagian depan jam	15
17	Jarum jam dibawa ke tempat perakitan	2
18	Jarum jam dieratkan dengan <i>Dial</i> menjadi set bagian depan jam	15
19	Kaca dibawa ke tempat perakitan	2
20	Kaca dieratkan dengan <i>Dial</i> menjadi set bagian depan jam	15
21	Dirakit set depan jam dan set belakang jam menjadi jam utuh.	5
22	Jam disimpan digudang penyimpanan	-
	Total Waktu Perakitan	140

Dari data urutan proses perakitan produk Jam Dinding yang diusulkan dalam Tabel di atas, terdapat perubahan waktu yang terjadi pada proses perakitan set depan jam. Terdapat pengurangan 4 elemen kerja, namun juga terjadi penambahan 1 elemen kerja. Secara total, waktu yang diperlukan untuk merakit setiap unit produk Jam Dinding adalah 140 detik, melibatkan 22 elemen kegiatan dalam proses perakitan. Setelah mengetahui urutan perakitan dan waktu perakitan dari desain perbaikan, peta proses perakitan (*assembly process chart*) usulan dapat diilustrasikan seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Assembly Process Chart Jam Dinding Desain Usulan

3.4. Pemilihan Konsep Desain Terbaik

Perubahan waktu perakitan estimasi pada produk yang telah direvisi dibandingkan dengan waktu perakitan ideal produk sebelumnya merupakan indikator efisiensi desain perakitan. Waktu perakitan ideal didapatkan dengan mengasumsikan bahwa setiap komponen dapat dengan lancar ditangani dan digabungkan. Untuk menghitung efisiensi desain perakitan secara manual, dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut ini:

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

Perbandingan efisiensi desain awal dan desain usulan produk jam dinding dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan efisiensi Desain Produk Jam Dinding

No.	Desain	Efisiensi Desain
1.	Desain Awal	12,74%
2.	Desain Usulan	14,16%

3.5. Design For Manufacture (DFM)

Estimasi biaya perakitan yang dibutuhkan untuk setiap unit Jam Dinding didapatkan berdasarkan perkiraan upah/gaji operator dengan menggunakan satu orang tenaga kerja. Sebagai contoh perhitungan biaya perakitan dari desain awal produk elemen 1. Menghitung biaya perakitan dilakukan dengan cara:

$$Biaya\ Perakitan = Biaya/detik \times Waktu\ Perakitan \tag{2}$$

Setelah dilakukan biaya perakitan pada desain awal dan desain usulan produk jam dinding, maka diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 6. Perbandingan Biaya Perakitan Produk Jam Dinding

No.	Desain	Biaya Perakitan
1.	Desain Awal	Rp 25.392/unit
2.	Desain Usulan	Rp 19.320/unit

3.6. Desain Perbaikan Produk DFMA

Dengan menerapkan metode *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) dalam melakukan perbaikan terhadap desain produk, fokus perhatian diberikan pada komponen jarum jam dan dial pada jam dinding. Berikut ini merupakan perbandingan antara desain awal dan usulan yang telah dilakukan pada Jam Dinding:

1. Mur Pada desain awal jam dinding yang digunakan masih terdapat mur untuk menggabungkan bagian depan jam dan bagian belakang jam. Pada akhirnya mur tidak digunakan untuk menggabungkan bagian depan jam dan bagian belakang jam dan digunakan *Snap-Fit* untuk menggantikan mur yang dieliminasi.
2. Kayu Triplek Pada desain awal jam dinding yang digunakan masih terdapat kayu triplek sebagai alas dari dial. Pada akhirnya kayu triplek tidak digunakan dalam perbaikan desain agar dapat mempercepat proses perakitan dan mengurangi biaya produksi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data adalah desain atau rancangan usulan produk Jam Dinding dibuat dengan menerapkan metode *Design for Manufacture and Assembly* yaitu perbaikan peta kerja, dan perbaikan produk dengan menggunakan metode *Snap-Fit*. Rancangan produk menerapkan perbaikan *Assembly Process Chart* dan *Snap-Fit*. Pada perbaikan *Assembly Process Chart* menurut teori Barnes, yaitu mengeliminasi pekerjaan yang tidak diperlukan. Eliminasi yang dilakukan adalah pada penggunaan baut yang menghubungkan set bagian depan jam dengan set bagian belakang jam dan diganti menggunakan metode *Snap-Fit*. Lalu juga ada eliminasi pada kayu triplek sehingga mengurangi proses perakitan dan mengurangi biaya produksi. Efisiensi desain dan penghematan biaya perakitan produk dihitung setelah membuat perbaikan *Assembly Process Chart*. Pada perancangan produk aktual, material yang dibutuhkan sebanyak 13 komponen dan total waktu perakitan manual adalah 184 detik, sedangkan pada rancangan produk usulan didapatkan pengurangan komponen menjadi 11 komponen dan total waktu perakitan manual adalah 140 detik. Efisiensi desain yang diperoleh pada desain awal adalah sebesar 12,74%, sedangkan efisiensi desain yang diperoleh pada desain produk perbaikan adalah sebesar 14,16%. Sehingga dapat diketahui efisiensi desain perbaikan lebih baik daripada efisiensi desain awal produk dengan selisih efisiensi desain sebesar 1,42%. Terjadi penghematan pada biaya perakitan yaitu pada desain awal produk biaya perakitan yang dibutuhkan sebesar sebesar Rp. 25.392/unit. Perbaikan terhadap desain *Ring Light* mengalami penurunan biaya perakitan yaitu sebesar Rp 19.320/unit. Ini membuktikan bahwa desain perbaikan produk mengalami penghematan biaya sebesar Rp 6.07.

Referensi

- [1] Ginting, Rosnani. 2009. Perancangan Produk. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Ginting, Rosnani, dkk. 2013. Rancangan Perbaikan Produk Saklar Dengan Integrasi Metode QFD dan DFMA di PT XXX.
- [3] Nofirza, dkk. 2019. Perancangan Fasilitas Kerja Proses Pengelasan yang Ergonomis dengan Menggunakan Metode Design For Manufacture and Assembly (DFMA) di Bengkel Las Wen.
- [4] Boothroyd, G., Dewhurst, P. dan Knight, W. 2002. "Product Design for Manufacture and Assembly" 2nd Edition. New York: Marcel Dekker.
- [5] Rosnani Ginting dan M. Ghassan Fattah. 2019. Optimisasi Proses Manufaktur Menggunakan DFMA Pada PT. XYZ. Jurnal Sistem Teknik Industri.
- [6] Hilma Raimona Zadry, dkk. 2015. Analisis dan Perancangan Sistem Kerja. Padang : Andalas University Press.
- [7] Annisa Purbasari, dkk. 2018. Analisis Gerakan Kerja Untuk Memperbaiki Metode Kerja dan Efisiensi Waktu Pengerjaan Produk Menggunakan Metode MOST (Studi Kasus PT. Infineon Technologies Batam).
- [8] Maryana. 2015. Perbaikan Metode Kerja pada Bagian Produksi dengan Menggunakan Man and Machine Chart. Aceh: Universitas Malikussaleh.
- [9] Sinulingga, Sukaria. 2017. Perencanaan & Pengendalian Produksi. Medan : USU Press 2017.
- [10] Rony Edward Utama, dkk. 2019. Manajemen Operasi. Jakarta : UM Jakarta Press.
- [11] Agung Nugroho, dkk. 2018. Analisis dan Aplikasi MRP (Material Requirement Planning) (Studi Kasus PT. X). Jurnal Ilmiah FIFO.
- [12] Barnes, Ralph M. 1980. Motion and Time Study Design and Measurement of Work. New York: John Wiley & Sons.
- [13] Bonenberger, Paul. 2005. The First Snap-Fit Handbook. USA: Hanser Publisher.
- [14] Torossian, K. & Bourell, D. Experimental Study of Snap-Fits Using Additive Manufacturing, 26th Annual International Solid Freeform Fabrication (SFF) Symposium.
- [15] International Tropical Timber Organization, Pine (*Pinus merkusii*), ITTO. 2019.