

APLIKASI DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA) PADA PERANCANGAN PRODUK VACCINE CARRIER

Rita Maria Veranika *)

Abstrak : Perubahan pasar global yang cepat menyebabkan industri memerlukan strategi baru untuk merespon kebutuhan konsumen dan memuaskan kebutuhan pasar agar lebih efisien dan lebih cepat. Hal ini dilakukan dengan mengimplementasikan peralatan teknik untuk lebih cepat dalam menyediakan produk yang berkualitas tinggi dengan harga yang kompetitif terhadap kebutuhan konsumen.

Proses assembling merupakan proses yang memakan waktu yang cukup besar dalam proses manufaktur (53% dari total waktu produksi dan 22% ongkos buruh). DFA adalah salah satu sistem perencanaan assembling, yang menganalisa desain komponen maupun produk secara keseluruhan, yang dimulai dari awal proses desain, sehingga kesulitan-kesulitan assembling dapat diatasi sebelum komponen diproduksi. Sistem ini bertujuan untuk mempermudah proses perakitan sehingga waktu dan cost assembling dapat diturunkan. Keuntungan dari DFA ini adalah mengurangi jumlah perubahan desain dan secara tidak langsung mengurangi biaya dan waktu, sekaligus memenuhi kebutuhan pelanggan.

Untuk itu pada penelitian ini dilakukan perancangan dan pengembangan produk vaccine carrier yang mempertimbangkan metode *Product Design* dan *Design For Assembly* pada perancangan vaccine carrier tersebut. Dari hasil perancangan dan analisa DFA pada produk vaccine carrier, didapat total waktu assembling untuk desain awal adalah 519,34 detik dengan nilai efficiency 18% sedangkan total waktu assembling untuk redesain adalah 405,63 detik dengan nilai efficiency 24%

Kata kunci : vaccine carrier, product design, DFA

Abstract : Global marketplace is changing so rapidly that industrialist need to adopt new strategy to respond customer requirement and in order to satisfy the market needs more efficiency and quickly. That is reason to implement engineering tools quickly in supplied high quality product with competitive price to meet costumer requirement.

Assembling process is take production time more than 50% from manufacture process (assembling process is 53% from total production time and 22% from labor cost). DFA is one technique of assembling planning system that analyzed component design and overall product from beginning to complete product. DFA is use to simplified assembling process and reduce assembling cost to meet consumer requirement.

This thesis is design and develops product design of vaccine carrier that used Product Design and Design For Assembly method in design product of vaccine carrier. The results of the research are operation time for fisrt design is 519.34 second with design efficiency about 18% and the operation time for redesign is 405.63 second with design efficiency about 24%.

Keyword : Vaccine Carrier, product design , DFA

1. Pendahuluan

Dewasa ini pasar global berubah dengan cepat yang menyebabkan industri memerlukan strategi baru untuk merespon kebutuhan

konsumen dan memuaskan kebutuhan pasar agar lebih efisien dan lebih cepat. Hal ini dilakukan dengan mengimplementasikan peralatan teknik

*) Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang

untuk lebih cepat dalam menyediakan produk yang berkualitas tinggi dengan harga yang kompetitif terhadap kebutuhan konsumen. *Delay* atau penundaan dalam inovasi suatu produk kepasaran dapat diinterpretasikan sebagai kehilangan keuntungan[1].

Dalam proses perancangan dan pengembangan produk vaccine carrier, harus didesain sedemikian rupa, sehingga desain compact, sesuai dengan kebutuhan pelanggan, portabel, dan biaya produksi dapat direduksi sekecil mungkin jika akan diproduksi massal. Perlu dipahami bahwa biaya produksi suatu produk sangat sulit direduksi, misalnya upah buruh perjam, harga bahan baku, biaya energi yang bahkan cenderung terus naik. Yang dapat direduksi adalah waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi (waktu desain, manufaktur dan perakitan), sehingga jam kerja mesin, upah buruh, biaya energi listrik dan lainnya dapat direduksi. Oleh sebab itu perhitungan waktu dan biaya produksi ini harus dilakukan sejak dari awal perancangan. Menurut Prof. Lee Siang Guan proses assembling merupakan proses yang memakan waktu yang cukup besar dalam proses manufaktur (53% dari total waktu produksi dan 22% ongkos buruh)[2]. DFA adalah salah satu sistem perencanaan assembling, yang menganalisa desain komponen maupun produk secara keseluruhan, yang dimulai dari awal proses desain, sehingga kesulitan-kesulitan assembling dapat diatasi sebelum komponen diproduksi[3]. Sistem ini bertujuan untuk mempermudah proses perakitan sehingga waktu dan cost assembling dapat diturunkan. Keuntungan dari DFA ini adalah mengurangi jumlah perubahan desain dan secara tidak langsung mengurangi biaya dan waktu, sekaligus memenuhi kebutuhan pelanggan.

Untuk itu pada penelitian ini dilakukan pengembangan prototipe vaccine carrier berbasis elemen peltier, menggunakan sistem kontrol temperatur tanpa mengubah spesifikasi vaccine carrier yang sudah ada[4]. Selain itu juga mempertimbangkan metode *Product Design* dan

Design For Assembly[3] pada perancangan vaccine carrier tersebut.

2. Tujuan Penelitian

- Menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mengassembling produk vaccine carrier.
- Menerapkan konsep pengembangan produk dengan menerjemahkan misi produk menjadi spesifikasi teknik untuk menghasilkan rancangan vaccine carrier yang sesuai kebutuhan pengguna.
- Memanfaatkan aplikasi elemen peltier yang berfungsi sebagai pompa kalor.

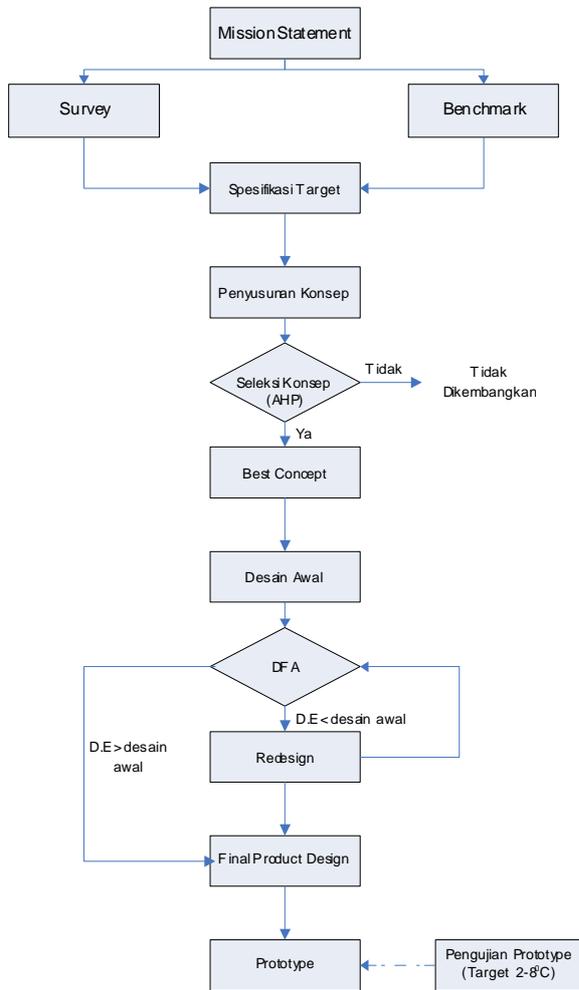
3. Batasan Masalah

- Analisa perhitungan waktu assembly (DFA) berdasarkan metode G. Boothroyd.
- Produk vaksin box ini dirancang untuk daerah terpencil dengan kapasitas 2-4 ampuls, menggunakan double elemen peltier sebagai pompa kalor, dan terintegrasi dengan penelitian sebelumnya.
- Prototype yang dibuat, belum sampai dilakukan kelayakan untuk digunakan oleh pelanggan.

4. Metodologi

Metodologi penelitian ini dimulai dengan mission statement sebagai langkah awal perancangan produk, kemudian survey untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen dan analisa produk kompetitor atau pesaing. Setelah melakukan survey dan analisa kompetitor ditentukan spesifikasi target produk dengan mempertimbangkan juga *existing* produk. Kemudian dilakukan penyusunan konsep dan seleksi konsep menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* dengan bantuan perangkat lunak *Expert Choise 2000*. Setelah best concept terpilih dibuat desain awal menggunakan SolidWork. Desain awal yang ada kemudian dihitung total waktu assembling dan efisiensinya menggunakan tabel DFA. Jika dimungkinkan untuk mengurangi waktu total assembling dan

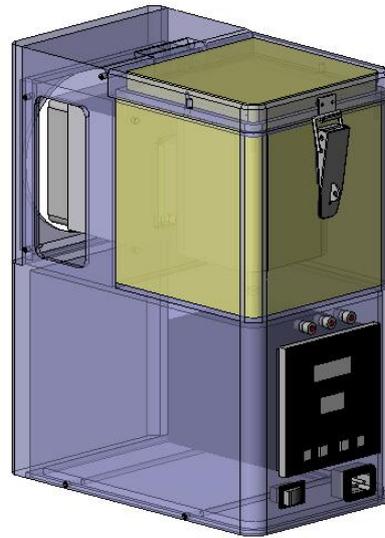
efisiensi dilakukan lagi redesain untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih baik. Gambar 1 menunjukkan flowchart metodologi penelitian.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

5. Desain Awal Vaccine carrier

Berdasarkan pemilihan konsep dan seleksi konsep pada paper sebelumnya, didapat bahwa konsep yang dikembangkan adalah konsep ruang vaksin berbentuk kotak, menggunakan *heatsink-fan* sebagai pendingin sisi panas peltier, peltier disusun secara paralel, dan menggunakan sistem kontrol. Gambar 2 menunjukkan desain awal *vaccine carrier*.



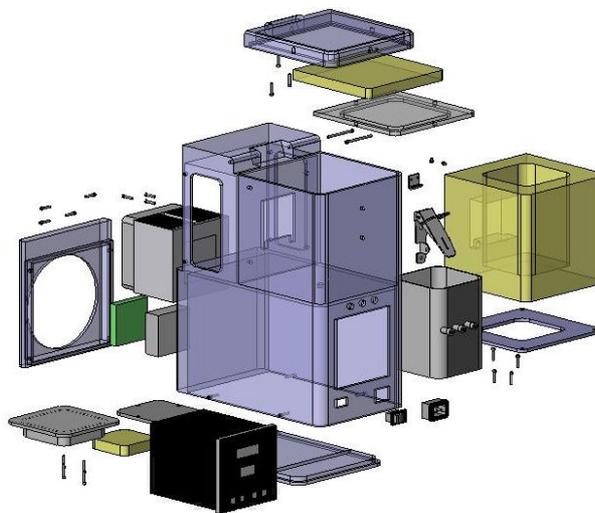
Gambar 2. Desain Awal Vaccine Carrier

6. Analisa Design For Assembly (DFA) Pada Desain Vaccine Carrier

Analisa Design For Assembly (DFA) dalam proses perancangan *vaccine carrier* perlu dilakukan untuk mendapatkan waktu dan biaya produksi yang rendah. Secara umum ada dua faktor utama yang mempengaruhi proses manual assembly, yaitu *Handling* (orientasi dan perpindahan komponen) dan *insertion and fastening* (penggabungan satu komponen ke komponen lainnya atau ke grup dari komponen lainnya). Untuk mengetahui total time assembly yang dibutuhkan untuk konsep awal perancangan *vaccine carrier* dibuat *worksheet* untuk tiap-tiap desain. Kedua faktor diatas akan menentukan kebutuhan waktu untuk proses assembling suatu produk. Berdasarkan percobaan-percobaan oleh Boothroyd-Dewhurst, didapatkan nilai dari beberapa kombinasi kondisi diatas dan disusun kedalam bentuk tabel matrik. Setelah menentukan nilai dari semua komponen *vaccine carrier* dengan menggunakan matrik manual handling ada manual insertion, dapat dihitung total waktu yang dibutuhkan untuk mengassembling produk *vaccine carrier*, dan dapat dihitung juga

nilai desain efisiensi dari perancangan produk vaccine carrier. Gambar 3 menunjukkan *exploded drawing* dari desain awal vaccine carrier yang terdiri dari 31 komponen, setiap komponen dihitung waktu handlinh dan waktu insertionnya menggunakan tabel matrik untuk manual handling dan manual insertion, contoh perhitungan tabel matrik ditunjukkan pad analisa perhitungan komponen *vaccine carrier*. Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan DFA seluruh komponen untuk desain awal *vaccine*

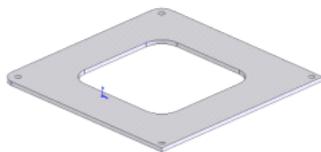
carrier. Dari tabel 1 dapat diidentifikasi komponen-komponen mana saja yang mungkin dieliminasi atau dikombinasikan dan komponen mana saja yang bisa di redesain agar dapat menghemat waktu proses assembly. Tabel 2 menunjukkan komponen-komponen yang di eliminasi maupun komponen atau part yang bisa di redesain, yaitu komponen tutup *vaccine carrier* dan komponen casing belakang body dari *vaccine carrier*



Gambar 3. Exploded Drawing Desain Awal Vaccine Carrier

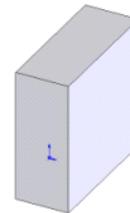
Analisa Perhitungan Komponen Vaccine Carrier

1. Komponen Tutup Isolasi



Handling	Insertion
<ul style="list-style-type: none"> - Part dapat dipegang dengan satu tangan tanpa alat - Alpha+Beta : 540^0 - Ketebalan : $>2\text{mm}$, Ukuran : $> 15\text{mm}$ - Mudah dipegang dan digerakkan 	<ul style="list-style-type: none"> - Part can easily reach desired location - No holding down - Easy to align and position during assembly - No resistance to insertion

2. Komponen Bracket



Handling	Insertion
<ul style="list-style-type: none"> - Part dapat dipegang dengan satu tangan tanpa alat - Alpha+Beta : 270^0 - Ketebalan : $>2\text{mm}$, Ukuran : $> 15\text{mm}$ - Mudah dipegang dan digerakkan 	<ul style="list-style-type: none"> - Part can easily reach desired location - Chemical processes (adhesive bonding) - Easy to align and position during assembly

3. Komponen Screw Casing Belakang Body



Dengan cara yang sama untuk komponen yang lain maka dapat dianalisa proses handling maupun insertionnya. Analisa tersebut diterapkan kedalam tabel matrik berupa DFA worksheet, dari tabel matrik dapat dilihat waktu assembling yang dibutuhkan dan efisiensi DFA

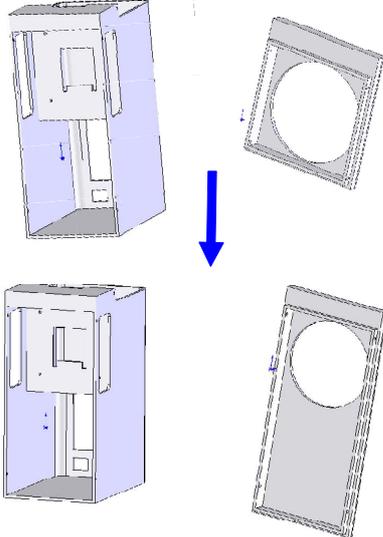
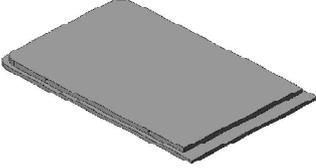
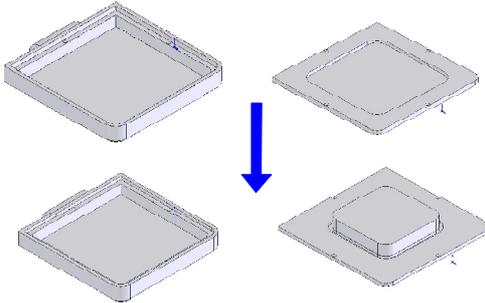
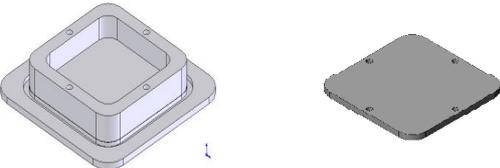
Handling	Insertion
<ul style="list-style-type: none"> - Two hands for manipulation - Alpha : 360° - Ukuran : > 6 mm - No additional handling difficulties 	<ul style="list-style-type: none"> - Part and tool (including hands) can easy reach and the tool can be operated easily - Screw tightening immediately after insertion - Easy to align and position with no resistance

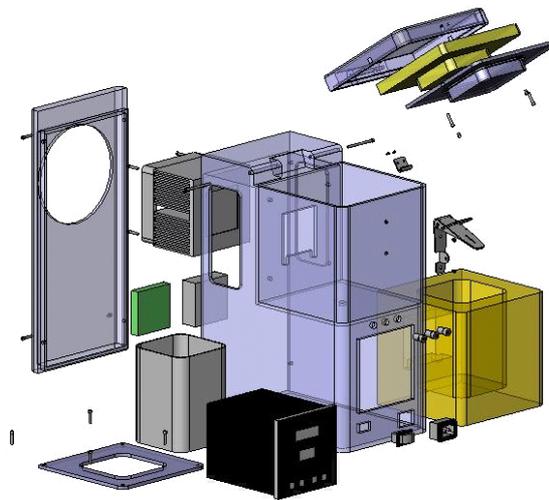
Pada gambar 4 dapat dilihat exploded drawing untuk redesign produk *vaccine carrier*, dan perhitungan DFA untuk redesign *vaccine carrier* diperlihatkan pada tabel 3. Dari tabel 3 didapat total time assembly untuk redesign *vaccine carrier* adalah 405,63 detik. Total time ini lebih baik dibandingkan total time pada konsep awal perancangan *vaccine carrier*.

Tabel 1. Perhitungan DFA Desain Awal Vaccine Carrier

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Part I.D. No.	Number of items	Two digit manual handling code	Manual handling time per part	Two digit manual insertion code	Manual insertion time per part	Operation time, seconds (2px((4)+(6)))	Operation Cost, (Rp per(7))	Figures for estimation of theoretical minimum of part	Name of Assembly
1	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Casing belakang body
2	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	0	Casing bawah body
3	1	10	1.5	00	1.5	3	4.17	0	Tutup ruang vaksin
4	1	02	1.88	00	1.5	3.38	4.69	0	Alas tutup ruang vaksin
5	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Tutup body
6	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Alas tutup body
7	1	20	1.8	00	1.5	3.3	4.58	1	Tutup Isolasi
8	4	83	5.6	38	6	46.4	64.45	4	Screw casing belakang body
9	4	83	5.6	38	6	46.4	64.45	0	Screw casing bawah body
10	4	84	6.75	38	6	51	70.84	2	Screw tutup isolasi
11	2	83	5.6	39	8	27.2	37.78	2	Screw tutup body
12	4	83	5.6	38	6	46.4	64.45	2	Screw alas tutup body
13	4	83	5.6	38	6	46.4	64.45	0	Screw alas tutup ruang vaksin
14	1	10	1.5	00	1.5	3	4.17	1	Ruang vaksin
15	1	30	1.95	06	5.5	7.45	10.35	1	Isolasi body
16	1	20	1.8	06	5.5	7.3	10.14	1	Isolasi tutup
17	1	00	1.13	06	5.5	6.63	9.21	0	Isolasi tutup ruang vaksin
18	1	00	1.13	97	12	13.13	18.24	1	Bracket
19	1	20	1.8	97	12	13.8	19.17	1	Peltier
20	1	10	1.5	01	2.5	4	5.56	1	Heatsink-Fan
21	4	83	5.6	38	6	46.4	64.45	4	Screw Heatsink-Fan
22	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Sistem kontrol
23	2	83	5.6	39	8	27.2	37.78	1	Screw penyangga sistem kontrol
24	3	10	1.5	01	2.5	12	16.67	1	Lampu indikator
25	1	20	1.8	00	1.5	3.3	4.58	1	Stop kontak
26	2	83	5.6	38	6	23.2	32.22	0	Screw stop kontak
27	1	20	1.8	00	1.5	3.3	4.58	0	Tombol on/off
28	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Pengunci tutup bagian atas
29	2	84	6.75	38	6	25.5	35.42	1	Screw pengunci tutup bagian atas
30	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Pengunci tutup bagian bawah
31	2	84	6.75	38	6	25.5	35.42	1	Screw pengunci tutup bagian bawah
						TM=519.34	CM=721.36	NM=32	design efficiency = 3xNM/TM= 0.18

Tabel 2. Komponen Desain Awal yang di Redesain

No	Design Change/ Eliminasi	Items	Time Saving (s)
1	<p>Casing Belakang Body Vaccine Carrier (Redesain)</p> 	1	3.45
2	<p>Casing Bawah Body Vaccine Carrier (Eliminasi)</p> 	2	49.85
3	<p>Tutup Body Vaccine Carrier (Redesain)</p> 	5,6	52.78
4	<p>Tutup Ruang Vaksin Vaccine Carrier (Eliminasi)</p> 	3,4	52.78



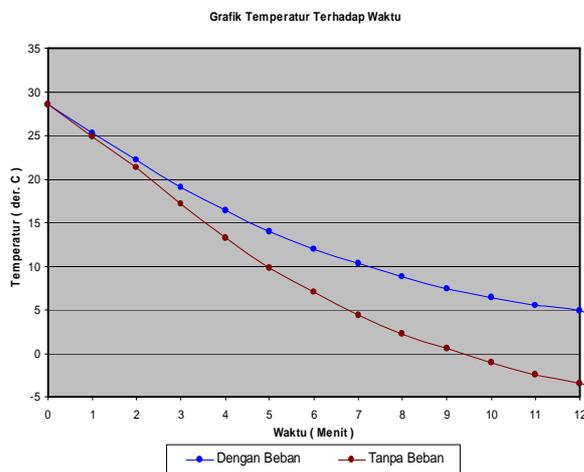
Gambar 4. Exploded Drawing Redesain Vaccine Carrier

Tabel 3. Perhitungan DFA Redesain Vaccine Carrier

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Part I.D. No.	Number of items	Two digit manual handling code	Manual handling time per part	Two digit manual insertion code	Manual insertion time per part	Operation time, seconds (2)x((4)+(6))	Operation Cost, (Rp)x(7)	Figures for estimation of theoretical minimum of part	Name of Assembly
1	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Casing belakang body
2	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Tutup body
3	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Alas tutup body
4	1	20	1.8	00	1.5	3.3	4.58	1	Tutup Isolasi
5	4	83	5.6	38	6	46.4	64.45	4	Screw casing belakang body
6	4	83	5.6	38	6	46.4	64.45	2	Screw tutup isolasi
7	2	83	5.6	39	8	27.2	37.78	2	Screw tutup body
8	4	83	5.6	38	6	46.4	64.45	2	Screw alas tutup body
9	1	10	1.5	00	1.5	3	4.17	1	Ruang vaksin
10	1	30	1.95	06	5.5	7.45	10.35	1	Isolasi body
11	1	30	1.95	06	5.5	7.45	10.35	1	Isolasi tutup
12	1	00	1.13	97	12	13.13	18.24	1	Bracket
13	1	20	1.8	97	12	13.8	19.17	1	Peltier
14	1	10	1.5	01	2.5	4	5.56	1	Heatsink-Fan
15	4	83	5.6	38	6	46.4	64.45	4	Screw Heatsink-Fan
16	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Sistem kontrol
17	2	83	5.6	39	8	27.2	37.78	1	Screw penyangga sistem kontrol
18	3	10	1.5	01	2.5	12	16.67	1	Lampu Indikator
19	1	20	1.8	00	1.5	3.3	4.58	1	Stop kontak
20	2	83	5.6	38	6	23.2	32.22	0	Screw stop kontak
21	1	20	1.8	00	1.5	3.3	4.58	0	Tombol on/off
22	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Pengunci tutup bagian atas
23	2	84	6.75	38	6	25.5	35.42	1	Screw pengunci tutup bagian atas
24	1	30	1.95	00	1.5	3.45	4.79	1	Pengunci tutup bagian bawah
25	2	84	6.75	38	6	25.5	35.42	1	Screw pengunci tutup bagian bawah
						TM=405.63	CM=563.42	NM=32	design efficiency = 3xNM/TM= 0.24

7. Pengujian Prototype

Pengujian prototype dilakukan dengan menggunakan DAQ, Pengambilan data yang dilakukan adalah perbandingan hasil pengujian antara temperatur ruang vaksin dalam keadaan kosong atau tanpa beban dan hasil pengujian temperatur ruang vaksin dengan beban 4 Ampuls vaksin. Menggunakan daya sekitar 24 Watt, dengan nilai tegangan 12 V dan arus 2 A. Hasil yang ditunjukkan pada gambar 5 memperlihatkan bahwa temperatur ruang vaksin tanpa beban dapat mencapai temperatur sekitar 7 °C dengan waktu 7 menit, sedangkan temperatur ruang vaksin dengan beban dapat mencapai temperatur 7.



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Prototype

8. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan analisa DFA produk *vaccine carrier* ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Spesifikasi akhir produk : Panjang : 20 cm, Lebar : 10 cm, Tinggi : 20 cm, Berat : ± 2 kg, dan berkapasitas 4 Ampuls.
- Hasil perhitungan DFA untuk Desain Awal adalah Total waktu assembling : 519,34 detik, dengan Nilai Efficiency : 18 %, setelah dilakukan
- redesain maka Total waktu assembling menjadi 405,63 detik, dan Nilai Efficiency menjadi 24 %

- Prototipe produk yang dibuat mampu menjaga temperatur pada suhu 2-8°C, dengan total daya yang dibutuhkan sebesar ± 30 Watt

9. Daftar Pustaka

Rozlina, Awaluddin MS, Masine, Nurhafizah Ishak, *A New Approach Towards Achieving Total Product Design From Concept to Manufacture*, 1st ICPDD 2004

Lee Siang Guan, Stephen, *Design For Assembly and Dis-Assembly*, Nanyang Technological University, Desember 2006

Geoffrey Boothroyd, Peter Dewhurst, Winston Knight, "Product Design for Manufacture and Assembly, Second Edition, Marcel Dekker, Inc, 2002

Nandy Putra, *Uji Unjuk Kerja Kotak Vaksin berbasis Elemen Peltier Ganda*, Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri Universitas Gajah Mada Yogyakarta, 27 Juni 2006.

Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger, "Product Design and Development", Third Edition, Mc.Graw Hill, 2003