

## Usulan Perbaikan Perancangan Produk *Smart Light* Menggunakan Metode *Design for Assembly Boothroyd- Dewhurst*

Arief Irfan Syah Tjaja, Rochmat Puji Astomo, Rispianda  
Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung  
Email: ariefirfan75@gmail.com

### ABSTRAK

*Smart Lamp product is a street lighting product which developed by PT X with LED lights concept. The design of Smart Light product is found to be slightly violate the terms of good design to the assembly process proposed by Boothroyd-Dewhurst as there is a component with sharp side, too much for using fastener, difficult fastener installation because the component is blocked and so forth. Existing design efficiency of Smart Light product is based on a calculation using the Boothroyd-Dewhurst table is 7.63% with total assembly time for 1149.1 seconds while the proposed design efficiency is 15.52% with total assembly time is 539.84 seconds. The changes of the design result reduction of the estimated product cost from Rp1.831.721, - and the BEP in 1482 products on existing product to Rp1.732.609, - and the BEP in 1283 products on proposed product.*

**Kata kunci:** *design efficiency, assembly time, estimated cost, break event point (BEP).*

### ABSTRACT

*Produk Smart Light adalah merupakan sebuah produk lampu penerangan jalan yang dikembangkan oleh PT X dengan konsep lampu LED. Rancangan produk Smart Light ini ternyata tidak sedikit melanggar ketentuan-ketentuan perancangan yang baik untuk proses perakitan yang dikemukakan oleh Boothroyd-Dewhurst seperti terdapat komponen yang memiliki bagian yang tajam, penggunaan fastener yang terlalu banyak, pemasangan fastener yang sulit karena komponen terhalang dan sebagainya. Efisiensi desain existing produk Smart Light ini berdasarkan pada perhitungan menggunakan tabel Boothroyd-Dewhurst adalah 7,63% dengan waktu perakitan total selama 1149,1 detik sedangkan efisiensi desain usulan adalah 15,52% dengan waktu perakitan total selama 539,84 detik. Perubahan rancangan desain mengakibatkan pengurangan pada estimasi biaya produk dari Rp1.831.721,- dan break event point (BEP) pada produk ke 1482 untuk produk existing menjadi Rp1.732.609,- dan BEP pada produk ke 1283 untuk produk usulan..*

**Keywords:** *efisiensi desain, waktu perakitan, estimasi biaya, break event point*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT X adalah perusahaan perakitan/*assembly* dengan lingkungan manufaktur *make to order*. PT X melakukan permintaan bahan baku berupa komponen pada *supplier* atas dasar rancangan yang telah dibuat oleh PT X. Produk-produk PT X seluruhnya dikerjakan secara manual atau dikerjakan dengan menggunakan tenaga operator. Salah satu produk yang sedang dikembangkan oleh PT X saat ini adalah produk lampu penerangan jalan berbasis lampu LED yang disebut dengan Lampu *Smart Light*. Saat ini, produk lampu *Smart Light* ini masih berupa *prototype* dan sedang mengalami pengembangan berupa sistem otomasi pada penggunaannya. Dengan adanya pengembangan tersebut, harga produk akan mengalami peningkatan karena ditambahkan dengan biaya pengembangan. Hal ini akan mengakibatkan berkurangnya minat konsumen terlebih sebagai produk yang ditujukan untuk kepentingan masyarakat. Harga produk *Smart Light* yang dapat bersaing terhadap produk kompetitor sejenis akan sangat berpengaruh terhadap keputusan calon konsumen yang dalam hal ini adalah lembaga pemerintahan yang bertanggung jawab di bidang penerangan.

Sebuah produk atau jasa memerlukan suatu pengembangan untuk dapat senantiasa memenuhi ekspektasi konsumennya. Namun, untuk mengembangkan suatu produk atau jasa sangat memungkinkan untuk diperlukannya biaya yang besar pula. Semakin besar biaya pengembangan tersebut tentunya akan berbanding lurus dengan semakin besarnya harga produk tersebut.

Harga suatu produk dipengaruhi oleh beberapa hal seperti harga material, desain, dan ongkos-ongkos yang terkait dengan proses permesinan. *Design* suatu produk memiliki peran yang besar dalam biaya pembuatan produk. *Design* suatu produk berkaitan dengan berbagai macam efisiensi berupa waktu pembuatan dan perakitan produk. *Design* produk yang efisien akan memiliki jumlah komponen yang sedikit dan bentuk yang sederhana tanpa harus menghambat atau mengurangi fungsi kerjanya. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbaikan desain untuk meminimasi waktu perakitan produk pada rancangan produk *smart light* menggunakan metode *design for assembly* boothroyd-dewhurst. Penelitian ini juga menganalisis apakah desain usulan dapat dan layak untuk dilakukan proses produksinya dengan mengestimasi biaya pembuatan produk dan *Break Event Point*.

### 1.2. Design for Assembly (DFA)

DFA adalah design komponen dengan mempertimbangkan bagaimana suatu produk akan dirakit untuk memastikan bahwa biaya perakitan diminimalkan (Boothroyd-Dewhurst, 1994). DFA juga merupakan rangkaian proses untuk meningkatkan design produk sehingga kemudahan dan perakitan yang lebih murah dicapai perusahaan, memfokuskan kepada aspek fungsional dan kemudahakitan secara bersamaan.

Berikut ini adalah prinsip dasar dalam melakukan DFA menurut Corbett, Dooner, Meleba dan Pym (1991).

- 1) Design produk harus meminimalkan komponen dan fixings, variasi desain, gerakan perakitan dan arah perakitan.
- 2) Desain produk harus memiliki chamfer yang sesuai, penjajaran alami (*natural alignment*), akses mudah untuk memosisikan permukaan, komponen yang simetris atau asimetris yang dibesarkan dan handling dan transportasi yang mudah.
- 3) Desain produk harus terdiri dari komponen-komponen yang menghalangi pandangan (*visual obstruction*), operasi fitting yang bersamaan, komponen yang menyangkut (*tangling*) atau tersembunyi (*nesting*).
- 4) Setelan yang berefek pada penyetalan sebelumnya.
- 5) Kemungkinan kesalahan perakitan lainnya.

Untuk menjelaskan lebih lanjut prinsip dalam DFA, berikut ini adalah beberapa peraturan tambahannya.

- 1) Mengurangi jumlah komponen bila memungkinkan.
- 2) Membangun komponen dalam lapisan dari atas permukaan ke bagian bawah dengan memanfaatkan gravitasi untuk meletakkan komponen yang dirakit.
- 3) Produk yang sudah dirakit terlebih dahulu berada dalam kondisi stabil pada permukaan meja kerja yang horizontal dan harus terlihat (*accessible & visible*).
- 4) Gunakan chamfers dan fillet untuk memudahkan pencocokan bagian.
- 5) Gunakan snap-fit dan pengencang cepat lainnya, hindari skrup, lem, dll.

### **1.3. Design for Assembly Boothroyd-dewhurst**

Proses perakitan manual dapat dibagi secara alami menjadi dua wilayah yang terpisah, penanganan (memperoleh, orientasi dan memindahkan bagian-bagian) dan penyisipan dan pengikatan (pemasangan bagian ke bagian lain atau sub bagian).

Sistem klasifikasi untuk proses perakitan adalah pengaturan sistematis dari struktur komponen yang mempengaruhi akuisisi, gerakan, orientasi, penyisipan, dan pengikatan komponen.

Pedoman Desain untuk Penanganan Komponen (*Handling*):

- 1) Desain komponen yang memiliki *end-to-end* simetri dan simetri rotasi dengan sumbu penyisipan. Jika ini tidak dapat dicapai, coba untuk merancang komponen yang memiliki kemungkinan simetri maksimum.
- 2) Bagian dalam desain yang dimana dalam komponen itu tidak dapat dibuat simetris, perjelas asimetrisnya.
- 3) Menyediakan fitur yang akan mencegah kemacetan dari komponen yang cenderung menyangkut atau menumpuk bila disimpan dalam jumlah besar.
- 4) Hindari fitur yang akan memungkinkan kekusutan bagian bila disimpan dalam jumlah besar.
- 5) Hindari komponen yang tetap menyatu atau licin, halus, fleksibel, sangat kecil, atau sangat besar atau yang berbahaya bagi operator (bagian yang tajam, mudah pecah, dll).

Pedoman Desain untuk Penyisipan dan Pengikatan (*Insertion*):

- 1) Merancang sehingga ada sedikit atau tidak ada resistensi terhadap penyisipan dan memberikan chamfers untuk memandu penyisipan antar dua komponen yang dipasang.
- 2) Standarisasi dengan menggunakan komponen, proses, dan metode yang umum pada semua model.
- 3) Menggunakan piramida perakitan untuk perakitan progresif sekitar satu sumbu referensi.
- 4) Hindari kebutuhan untuk memegang bagian bawah untuk menjaga orientasi selama manipulasi subassembly atau selama penempatan bagian lain
- 5) Komponen harus terletakkan sebelum dilepaskan.
- 6) Menggunakan pengencang mekanik umum dengan biaya relatif proses pengikatan yang kecil.
- 7) Menghindari kebutuhan untuk memposisikan perakitan sebagian selesai di fixture.

### **1.4. Manajemen Keuangan**

Fungsi manajemen keuangan terdiri dari tiga keputusan utama yang harus dilakukan oleh suatu perusahaan; keputusan investasi, keputusan pendanaan, dan keputusan dividen. Masing-masing keputusan harus berorientasi pada pencapaian tujuan perusahaan. Kombinasi dari ketiganya akan memaksimalkan nilai perusahaan.

Tujuan utama didirikannya suatu perusahaan adalah mencari keuntungan yang optimal. Analisis terhadap saling berhubungan antara unsur-unsur yang membentuk laba juga sering disebut sebagai

analisis *break event point*. Dasar yang digunakan dalam analisis *break event point* ini adalah perilaku biaya dalam kaitannya dengan hasil penjualan.

Ada dua cara dalam menentukan *break event point* yaitu pendekatan grafik dan pendekatan matematik. Dalam perhitungan BEP dengan pendekatan matematik dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu atas dasar unit dan atas dasar rupiah.

Rumus BEP dalam unit dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$BEP_{unit} = \frac{BT}{P-V} \quad (1)$$

Sedangkan rumus BEP dalam rupiah dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$BEP_{Rp} = \frac{BT}{1-\frac{V}{P}} \quad (2)$$

Dengan:

P = Harga jual per unit

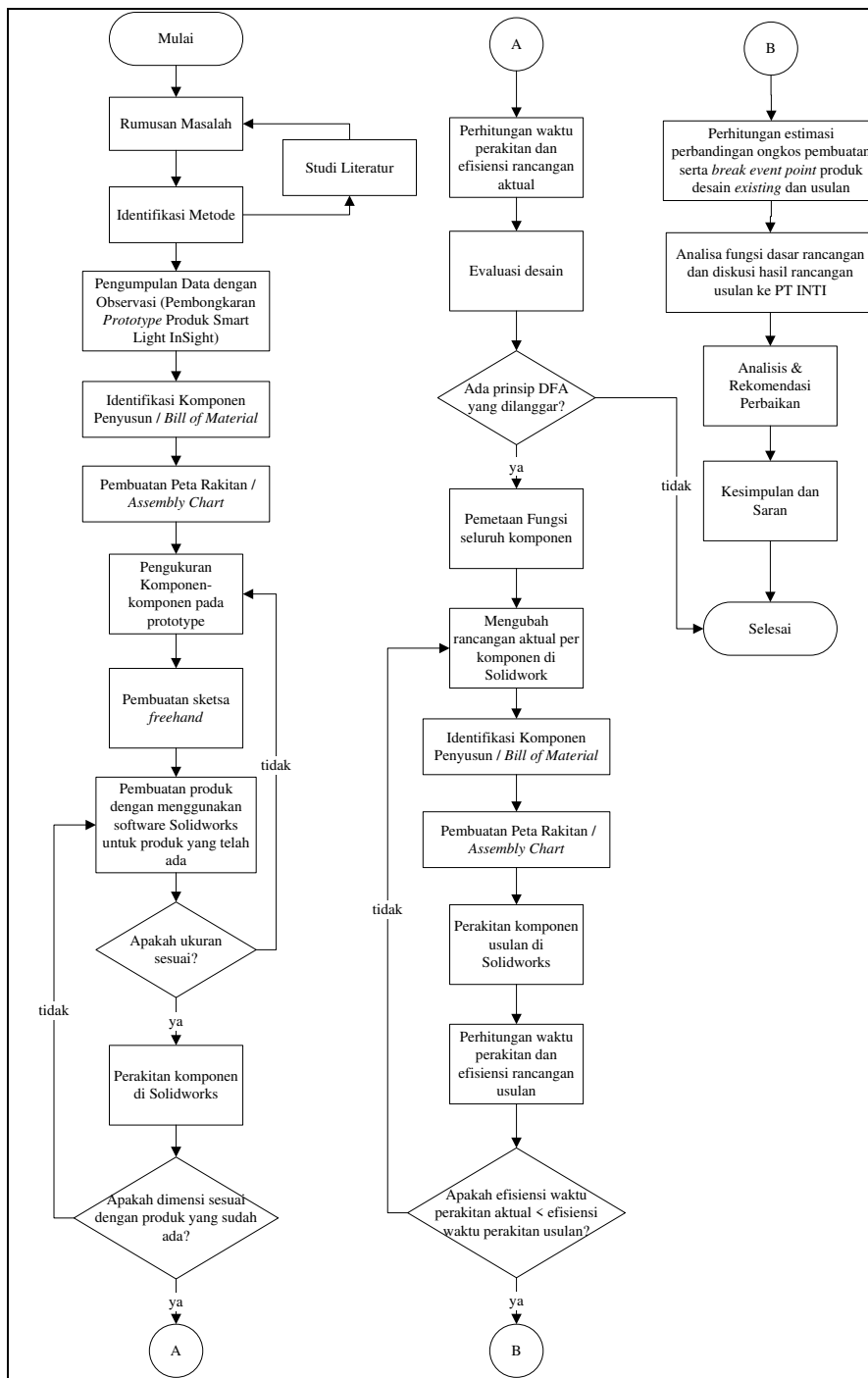
V = Biaya variabel per unit

BT = Biaya tetap total selama setahun

## 2. METODOLOGI

Desain produk yang efisien akan memiliki jumlah komponen yang sedikit dan bentuk yang sederhana tanpa harus menghambat atau mengurangi fungsi kerjanya. Hal tersebut akan sangat berpengaruh besar pada waktu pengerjaan produk, khususnya dalam hal perakitan produk. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan perancangan ulang produk adalah metode *Design for Assembly* (DFA) yang dikembangkan oleh Boothroyd-Dewhurst. Kelebihan dari metode ini adalah dapat mengestimasi pengurangan waktu perakitan antara desain *existing* dengan desain usulannya, serta dapat dilakukan pula perhitungan mengenai peningkatan efisiensi desainnya. Untuk merancang ulang produk, hal yang diperlukan adalah berupa data-data karakteristik tentang produk yang sudah ada (*existing*) yang nantinya akan dianalisis dan diperbandingkan dengan analisis karakteristik produk usulannya. Analisis yang diperlukan sebagai output dari penelitian adalah berupa waktu total perakitan produk, jumlah dari komponen, efisiensi desain, serta pertimbangan tentang estimasi harga serta titik balik modal juga perlu untuk dipertimbangkan untuk mengetahui apakah desain usulan benar-benar dapat meminimasi harga dari produk yang sudah ada.

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Langkah-langkah pemecahan masalah dalam pengembangan algoritma ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah Pemecahan Masalah

Dalam penelitian ini secara garis besar terdapat 2 tahap, yaitu:

**2.1. Pengumpulan Data dan Analisis Desain Produk yang Sudah Ada**

Pengumpulan data dan analisis desain produk yang sudah ada dilakukan melalui beberapa langkah yaitu:

- 1) Pembongkaran *prototype* produk *Smart Light*.
- 2) Penyusunan *Bill of Material* Produk *Existing* (yang sudah ada).
- 3) Pembuatan *Assembly Chart* Produk *Existing*.
- 4) Perhitungan efisiensi desain Boothroyd-Dewhurst produk *existing*.

- 5) Perhitungan estimasi ongkos pembuatan produk dan *break event point* produk *existing*.

## **2.2. Perancangan Desain Produk Usulan**

Perancangan desain produk usulan dilakukan melalui beberapa langkah yaitu:

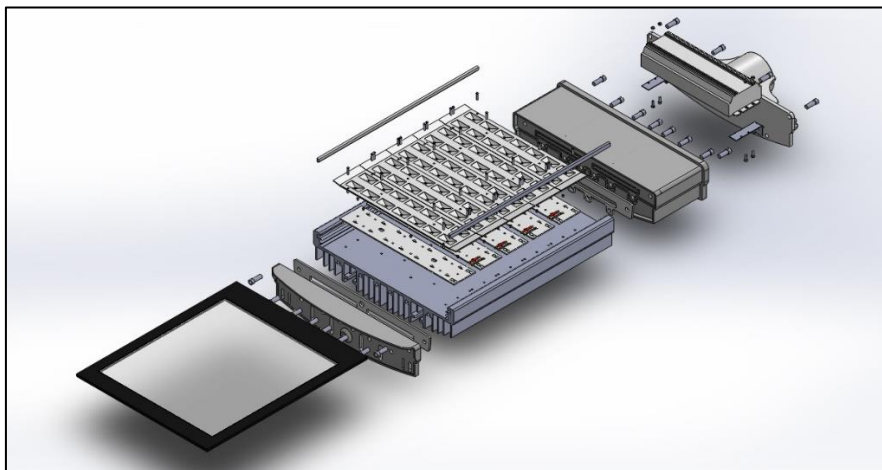
- 1) Analisis kekurangan dan ruang perbaikan produk *existing* berdasarkan prinsip DFA.
- 2) Perancangan solusi desain berdasarkan analisis terhadap rancangan *existing*.
- 3) Penyusunan *Bill of Material* produk usulan.
- 4) Pembuatan *Assembly Chart* produk usulan.
- 5) Perhitungan efisiensi desain Boothroyd-Dewhurst produk usulan.
- 6) Perhitungan estimasi ongkos pembuatan produk dan *break event point* produk usulan.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1. Pengumpulan Data dan Analisis Desain Produk yang Sudah Ada (*Existing*)**

- 1) Pembongkaran *prototype* produk *Smart Light*.

Untuk dapat melakukan proses DFA, terlebih dahulu penulis mengidentifikasi komponen-komponen *Smart Light* dengan melakukan *disassembly* terhadap *prototype Smart Light*. Berikut ini adalah *exploded view* dari rancangan *existing Smart Light*:



**Gambar 2. Exploded View Desain Existing Smart Light**

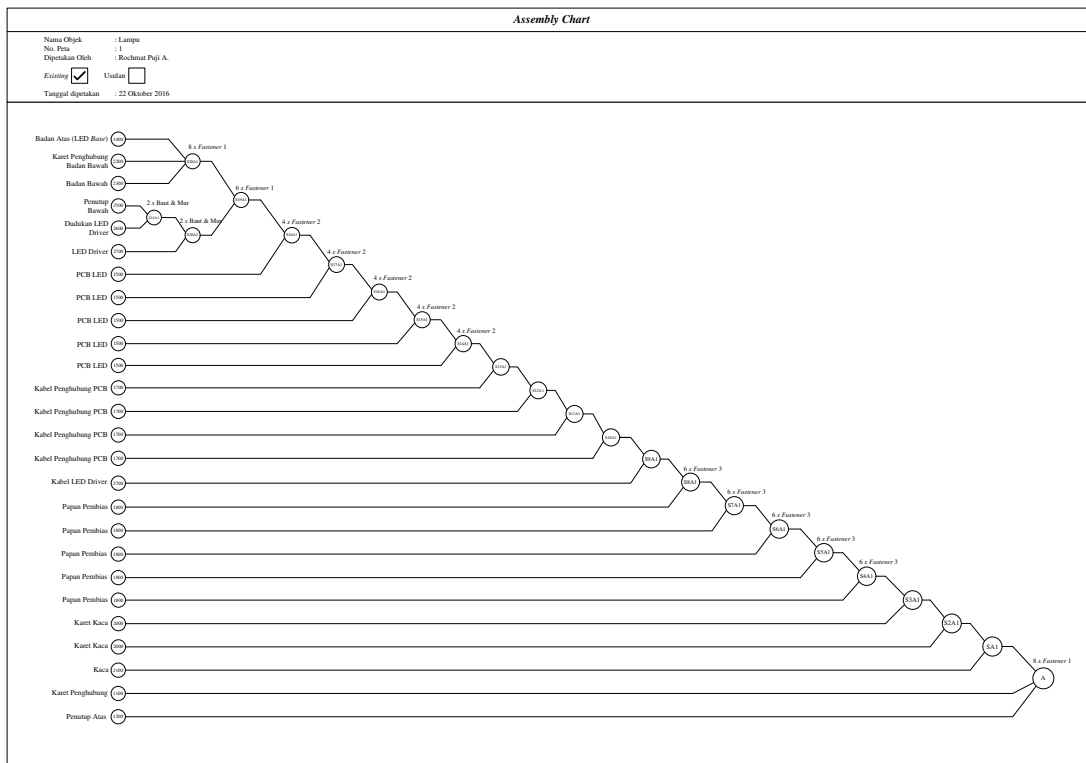
- 2) Penyusunan *Bill of Material* Produk *Existing* (yang sudah ada).

Untuk dapat mengetahui struktur produk dari *Smart Light*, berikut ini adalah *Bill of Material* dari *Smart Light*.

**Tabel 1. Bill of Material Produk Existing**

Bill of Materials						
No	Part Number	Level	Description	Quantity of Each Assembly	Unit of Measurement	Decision
1	NL 200 / IP 65	0	Lampu	1	SET	MAKE
2	A100	1	Bagian Atas	1	SET	MAKE
3	1100	2	Karet Penghubung Penutup Atas	1	EACH	BUY
4	1200	2	Penutup Atas	1	EACH	BUY
5	1300	2	Fastener 1	8	EACH	BUY
6	B200	1	Bagian Lampu	1	SET	MAKE
7	1400	2	Badan Atas	1	EACH	BUY
8	1500	2	PCB LED	5	EACH	BUY
9	1600	2	Fastener 2	20	EACH	BUY
10	1700	2	Kabel Penghubung PCB	4	EACH	BUY
11	1800	2	Papan Pembias	5	EACH	BUY
12	1900	2	Fastener 3	30	EACH	BUY
13	2000	2	Karet Kaca	2	EACH	BUY
14	2100	2	Kaca	1	EACH	BUY
15	C300	1	Bagian Badan Bawah	1	SET	MAKE
16	2200	2	Karet Penghubung Badan Bawah	1	EACH	BUY
17	2300	2	Badan Bawah	1	EACH	BUY
18	2400	2	Fastener 1	8	EACH	BUY
19	D400	1	Bagian Bawah	1	SET	MAKE
20	2500	2	Penutup Bawah	1	EACH	BUY
21	2600	2	Dudukan LED Driver	2	EACH	BUY
22	2700	2	LED Driver	1	EACH	BUY
23	2800	2	Mur	6	EACH	BUY
24	2900	2	Baut	6	EACH	BUY
25	3000	2	Kabel LED Driver	1	EACH	BUY
26	3100	2	Fastener 1	6	EACH	BUY

3) Pembuatan Assembly Chart Produk Existing.



**Gambar 3. Assembly Chart Desain Usulan**

4) Perhitungan efisiensi desain Boothroyd-Dewhurst produk *existing*..

Proses selanjutnya dalam metode DFA adalah melakukan perhitungan untuk mengetahui waktu perakitan secara teoritis dan juga efisiensi desain dari rancangan *existing Smart Light* dengan menggunakan tabel Boothroyd-Dewhurst.

**Tabel 2. Perhitungan Boothroyd-Dewhurst Desain Produk Existing**

No	Komponen	Jumlah	Alpha	Beta	Tool Acquire Time (TA)	2 Digit Handling Code	Handling Time (sec)	2 Digit Insertion Code	Insertion Time (sec)	Total Handling	Total Insertion	Jumlah Teoritis
1	Badan Atas (LED Base )	1	360	360		9-5	4	0-1	2,5	4	2,5	1
2	Karet Penghubung Badan Bawah	1	180	360		2-5	2,57	0-2	2,5	2,57	2,5	
3	Badan Bawah	1	360	360		3-0	1,95	1-3	6	1,95	6	1
4	Fastener 1	8	360	0	2,9	1-1	1,8	4-9	10,5	14,4	84	
5	Penutup Bawah	1	360	360		3-0	1,95	0-1	2,5	1,95	2,5	1
6	Dudukan LED Driver	2	360	360		3-0	1,95	0-7	6,5	3,9	13	
7	LED Driver	1	360	180		2-0	1,8	1-9	10	1,8	10	1
8	Mur	6	180	0		0-4	2,18	4-8	8,5	13,08	51	
9	Baut	6	360	0	2,9	1-1	1,8	4-8	8,5	10,8	51	
10	Fastener 1	6	360	0	2,9	1-1	1,8	3-9	8	10,8	48	
11	Reorientasi	1	360	360		9-5	4	0-1	2,5	4	2,5	
12	PCB LED	5	360	360		3-0	1,95	0-3	3,5	9,75	17,5	1
13	Fastener 2	20	360	0	2,9	1-1	1,8	3-9	8	36	160	
14	Kabel Penghubung PCB	8	180	180	2,9	1-3	2,06	9-5	8	16,48	64	
15	Kabel LED Driver	2	360	360	2,9	3-1	2,25	9-5	8	4,5	16	2
16	Papan Pembias	5	360	180		2-0	1,8	0-3	3,5	9	17,5	1
17	Fastener 3	30	360	0	2,9	1-2	2,25	3-9	8	67,5	240	
18	Karet Kaca	2	180	180		1-5	2,25	4-3	7,5	4,5	15	
19	Reorientasi	1	360	360		9-5	4	0-1	2,5	4	2,5	
20	Kaca	1	360	360		9-3	3	4-4	8,5	3	8,5	1
21	Karet Penghubung Penutup Atas	1	180	360		2-5	2,57	0-2	2,5	2,57	2,5	
22	Penutup Atas	1	360	360		3-0	1,95	0-3	3,5	1,95	3,5	
23	Fastener 1	8	360	0	2,9	1-1	1,8	3-9	8	14,4	64	
Jumlah		118			23,2					242,9	884	9
Total Waktu Assembly		1150,1										
Efisiensi Desain		7,63%										

Selain melakukan perhitungan waktu perakitan dan efisiensi desain, diperlukan pula perhitungan ongkos pembuatan produk untuk mengetahui estimasi total biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu produk. Perhitungan estimasi total biaya pembuatan produk *existing* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Estimasi Total Biaya Pembuatan Produk Existing dan BEP**

Biaya Material	Material Komponen	Rp	1.044.715	
	Material <i>Fastener</i>	Rp	86.800	
				Rp 1.131.515
Biaya Fabrikasi	Permesinan	Rp	606.229	
	Operator	Rp	50.492	
				Rp 656.721
Biaya Depresiasi	Mesin	Rp	30.456	
	Cetakan	Rp	13.030	
				Rp 43.485,06
<b>Estimasi Total Biaya Pembuatan Produk Existing</b>				<b>Rp 1.831.721</b>
Kapasitas		50000		
Profit				Rp 33.413.971.962
Harga Produk		Rp	2.500.000,00	
Investasi		Rp	989.750.000,00	
<b>Break Event Point</b>				<b>1482</b>

**3.2. Perancangan Desain Produk Usulan**

1) Analisis kekurangan dan ruang perbaikan produk *existing* berdasarkan prinsip DFA.

Identifikasi kekurangan dan ruang perbaikan produk *existing* dapat dilihat pada Tabel 4.

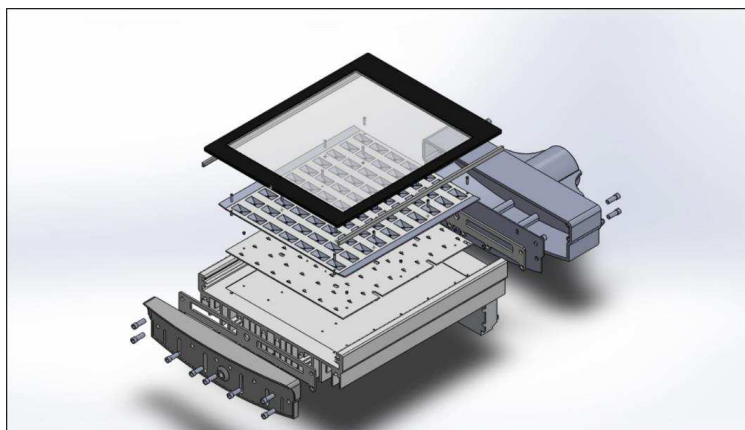


**Tabel 4. Analisis Kekurangan dan Ruang Perbaikan Produk *Existing* Berdasarkan Prinsip DFA**

No	Komponen	Kekurangan Rancangan	Perbaikan
1	Badan Atas (LED Base)	Fitur pendingin berbentuk sirip pada komponen ini memiliki kontur yang tajam di bagian ujung sehingga membahayakan bagi operator	Pada ujung-ujung sirip diberi <i>chamfer</i>
		Tidak terdapat fitur <i>self-locating</i> untuk peletakkan papan PCB LED pada LED Base	Pada komponen LED Base diberi <i>self-locating</i>
2	Kaca	Masing-masing ujung sudut pada komponen ini memiliki kontur yang tajam sehingga dapat menyebabkan kesulitan dalam proses insersinya	Pada ujung-ujung kaca diberi <i>chamfer</i>
3	Papan PCB LED	Jumlah papan PCB LED yang digunakan bisa diminimisasi	Penggabungan penggunaan lima papan PCB LED menjadi satu komponen
		Banyak lubang untuk <i>fastener</i> pada komponen ini yang tidak digunakan	<i>Redesign</i> tata letak lubang <i>fastener</i> pada PCB LED
4	Kabel Penghubung PCB	Jumlah Kabel Penghubung PCB yang digunakan bisa dihilangkan	Dihilangkan (Papan-papan PCB LED digabungkan)
5	Papan Pembias	Jumlah Papan Pembias yang digunakan bisa diminimisasi	Penggabungan penggunaan lima papan pembias menjadi satu komponen
6	Badan Bawah	Terlalu banyak ruang kosong yang tidak digunakan	Didesain ulang dengan menghilangkan ruang kosong
		Lubang untuk <i>fastener</i> terlalu menjorok ke dalam sehingga menyulitkan dalam proses <i>fastening</i>	Didesain ulang agar lebih mudah untuk dirakit
7	LED Driver	Tidak mampu mengakomodasi perakitan langsung ke Penutup Bawah	Perancangan ulang komponen Penutup Bawah atau dirakit dengan komponen lain
		Rancangan mengakibatkan variasi penggunaan <i>fastener</i> (harus menggunakan baut dan mur)	Dirancang ulang pada bagian penampangnya agar dapat dirakit dengan menggunakan <i>screw</i>
8	Dudukan LED Driver	Secara teoritis tidak dibutuhkan karena hanya menjadi penghubung untuk LED driver dan Penutup Bawah	Dihilangkan
9	Karet penghubung	Bentuk yang <i>fleksibel</i> dapat mempersulit perakitan	Perancangan kembali komponen Penutup Atas dan Badan Bawah agar dapat mengakomodasi fleksibilitas karet penghubung
10	Penutup bawah	Tidak ada prinsip dasar DFA yang terlanggar	Meskipun tidak ada prinsip dasar DFA yang terlanggar namun komponen yang akan dirakit mengalami perubahan desain, untuk itu komponen ini perlu didesain ulang juga.
11	<i>Fastener</i>	Jumlah <i>fastener</i> yang digunakan bisa diminimisasi	Perancangan kembali komponen-komponen yang menggunakan <i>fastener</i>

2) Perancangan solusi desain berdasarkan analisis terhadap rancangan *existing*.

Berikut ini adalah *exploded view* dari rancangan usulan *Smart Light*:



Gambar 4. Exploded View Desain Existing Smart Light

3) Penyusunan *Bill of Material* produk usulan.

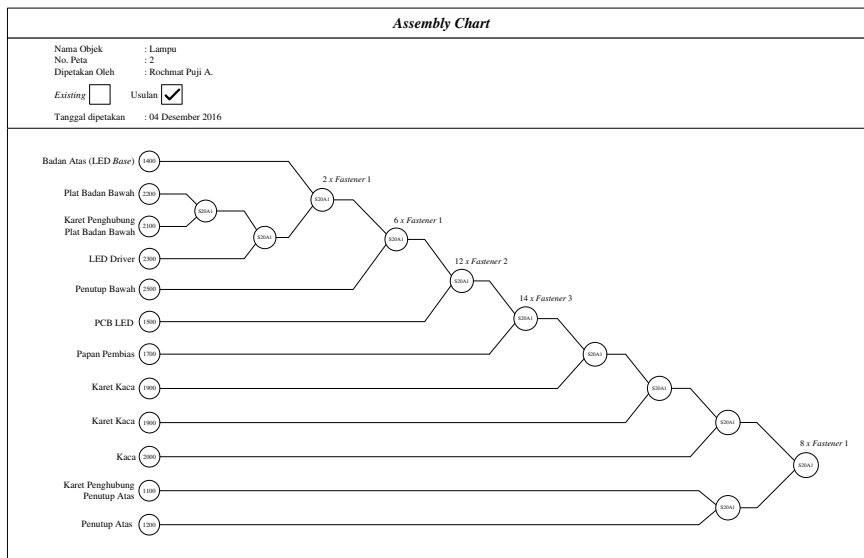
Untuk dapat mengetahui struktur usulan dari produk *Smart Light*, berikut ini adalah *Bill of Material* dari usulan produk *Smart Light* yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Bill of Material* Produk Usulan

<i>Bill of Materials</i>						
No	Part Number	Level	Description	Quantity of Each Assembly	Unit of Measurement	Decision
1	NL 200 / IP 65	0	Lampu	1	SET	MAKE
2	A 100	1	Bagian Atas	1	SET	MAKE
3	1100	2	Karet Penghubung Penutup Atas	1	EACH	BUY
4	1200	2	Penutup Atas	1	EACH	BUY
5	1300	2	Fastener 1	6	EACH	BUY
6	B200	1	Bagian Lampu	1	SET	MAKE
7	1400	2	Badan Atas (LED Base)	1	EACH	BUY
8	1500	2	PCB LED	1	EACH	BUY
9	1600	2	Fastener 2	12	EACH	BUY
10	1700	2	Papan Pembias	1	EACH	BUY
11	1800	2	Fastener 3	14	EACH	BUY
12	1900	2	Karet Kaca	2	EACH	BUY
13	2000	2	Kaca	1	EACH	BUY
14	C300	1	Bagian Bawah	1	SET	MAKE
15	2100	2	Karet Penghubung Badan Bawah	1	EACH	BUY
16	2200	2	Badan Bawah	1	EACH	BUY
17	2300	2	Dudukan LED Driver	2	EACH	BUY
18	2400	2	LED Driver	1	EACH	BUY
19	2500	2	Kabel LED Driver	2	EACH	BUY
20	2600	2	Fastener 1	2	EACH	BUY
21	2700	2	Penutup Bawah	1	EACH	BUY
22	2800	2	Fastener 1	8	EACH	BUY

4) Pembuatan *Assembly Chart* produk usulan.

Proses perakitan per komponen pada rancangan produk usulan *Smart Light* dapat dilihat pada *assembly chart Smart Light* berikut.



Gambar 5. Assembly Chart Desain Usulan

5) Perhitungan efisiensi desain Boothroyd-Dewhurst produk usulan.

Proses selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk mengetahui waktu perakitan secara teoritis dan juga efisiensi desain dari rancangan usulan *Smart Light* dengan menggunakan tabel Boothroyd-Dewhurst.

Tabel 6. Perhitungan Boothroyd-Dewhurst Desain Produk Usulan

No	Komponen	Jumlah	Alpha	Beta	Tool Acquire Time (TA)	2 Digit Handling Code	Handling	2 Digit Insertion Code	Insertion	Total Handling	Total Insertion	Jumlah Teoritis
1	Badan Atas (LED Base)	1	360	360		9-5	4	0-1	2,5	4	2,5	1
2	Karet Penghubung Badan Bawah	1	180	360		2-5	2,57	0-2	2,5	2,57	2,5	
3	Plat Badan Bawah	1	360	360		3-0	1,95	0-1	2,5	1,95	2,5	1
4	LED Driver	1	360	360		2-0	1,8	0-1	2,5	1,8	2,5	1
5	Fastener 1	2	360	0	2,9	1-1	1,8	3-9	8	3,6	16	
6	Penutup Bawah	1	360	360		3-0	1,95	0-1	2,5	1,95	2,5	1
7	Fastener 1	6	360	0	2,9	1-1	1,8	3-9	8	10,8	48	
8	Reorientasi	1	360	360		9-5	4	0-1	2,5	4	2,5	
9	PCB LED	1	360	360		3-0	1,95	0-1	2,5	1,95	2,5	1
10	Fastener 2	12	360	0	2,9	1-1	1,8	3-9	8	21,6	96	
11	Kabel LED Driver	2	360	360	2,9	3-1	2,25	9-5	8	4,5	16	2
12	Papan Pembias	1	360	180		2-0	1,8	0-1	2,5	1,8	2,5	1
13	Fastener 3	14	360	0	2,9	1-2	2,25	3-9	8	31,5	112	
14	Karet Kaca	2	180	180		1-5	2,25	4-3	7,5	4,5	15	
15	Reorientasi	1	360	360		9-5	4	0-1	2,5	4	2,5	
16	Kaca	1	360	360		9-3	3	4-2	6,5	3	6,5	1
17	Karet Penghubung Penutup Atas	1	180	360		2-5	2,57	0-2	2,5	2,57	2,5	
18	Penutup Atas	1	360	360		3-0	1,95	0-1	2,5	1,95	2,5	
19	Fastener 1	8	360	0	2,9	1-1	1,8	3-9	8	14,4	64	
Jumlah		58			17,4					122,44	401	9
Total Waktu Assembly		540,84										
Efisiensi Desain		15,52%										

6) Perhitungan estimasi ongkos pembuatan produk dan *break event point* produk usulan.

Selain melakukan perhitungan waktu perakitan dan efisiensi desain, diperlukan pula perhitungan ongkos pembuatan produk untuk mengetahui estimasi total biaya yang dibutuhkan untuk membuat satu produk. Perhitungan estimasi total biaya pembuatan produk usulan dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Estimasi Total Biaya Pembuatan Produk Usulan dan BEP**

Biaya Material	Material Komponen	Rp	1.048.571	
	Material Fastener	Rp	55.600	
				Rp 1.104.171
Biaya Fabrikasi	Permesinan	Rp	546.062	
	Operator	Rp	42.392	
				Rp 588.453
Biaya Depresiasi	Mesin	Rp	27.448	
	Cetakan	Rp	12.536	
				Rp 39.984,66
<b>Estimasi Total Biaya Pembuatan Produk Usulan</b>				<b>Rp 1.732.609</b>
Kapasitas		50000		
Profit				Rp 38.369.534.850
Harga Produk		Rp	2.500.000,00	
Investasi		Rp	984.000.000,00	
<b>Break Event Point</b>				<b>1283</b>

#### 4. ANALISIS DAN KESIMPULAN

Analisis serta kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah:

1. Estimasi total waktu perakitan rancangan usulan dibandingkan dengan rancangan *existing* mengalami penurunan dari 1150,1 detik menjadi 540,84 detik atau sebesar 53%. Dengan berkurangnya waktu perakitan ini, ongkos yang dikeluarkan untuk operasi perakitan produk menjadi lebih murah.
2. Estimasi efisiensi desain rancangan usulan dibandingkan dengan rancangan *existing* mengalami kenaikan dari 7,63% menjadi 15,52%. Dengan peningkatan efisiensi desain ini, proses perakitan komponen menjadi lebih mudah dan ringan.
3. Jumlah komponen pada rancangan usulan mengalami penurunan dari 118 buah komponen menjadi 58 buah komponen. Dengan lebih sedikitnya komponen yang digunakan, biaya simpan gudang yang dikeluarkan juga secara teoritis dapat mengalami penurunan.
4. Penggunaan *fastener* pada produk usulan diminimasi variansinya dari 4 jenis menjadi 3 jenis dengan menghilangkan penggunaan baut dan mur. Perubahan ini dapat meminimasi komponen yang dibutuhkan serta dapat mengurangi biaya material produk.
5. Dari perubahan rancangan desain, perusahaan mendapatkan tambahan laba sebesar Rp99.111,- per produk apabila produk usulan dijual dengan harga yang identik dengan harga produk *existing*.
6. Keuntungan dari mengecilnya angka *break event point* mengartikan bahwa modal yang dikeluarkan akan lebih cepat terganti apabila menggunakan rancangan desain usulan dan semakin banyak laba yang didapatkan oleh perusahaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adryana, Rangga S. 2014. Perancangan Ulang *Prototype* Produk *Smart Lamp* Menggunakan Metode *Design For Assembly* (DFA). Laporan Kerja Praktik. Program Sarjana Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [2] Boothroyd, G., Dewhurst, P., Knight, W., 2011. *Product Design for Manufacture and Assembly*. Edisi 3. Taylor & Francis Group: CRC Press
- [3] Boothroyd, & Dewhurst. 1994. *A decade of DFMA Research. The 1994 International Forum on Design For Manufacture and Assembly*. New Port, Rhode Island.
- [4] Sutrisno. 2012. Manajemen Keuangan: Teori Konsep & Aplikasi. Edisi 8. Yogyakarta: Ekonisa

- [5] Yusri. 2008. Penerapan *Design for Assembly* (DFA) untuk Mereduksi Biaya Produksi Suatu Produk. Jurnal Online. Program D3 Politeknik Negeri Padang, Padang.