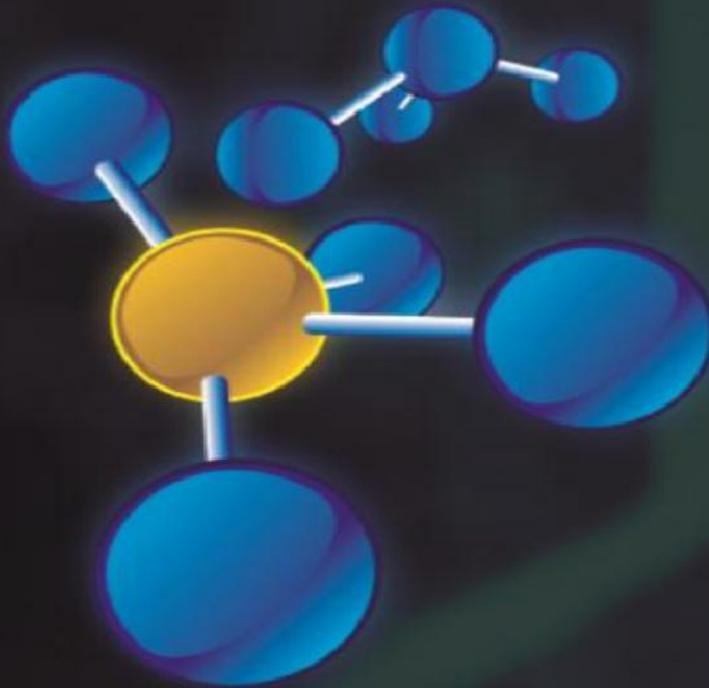




FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**PROSIDING**

ISBN : 978-602-14272-1-7



**"Peningkatan Daya Saing  
Industri Nasional Berkelanjutan Berbasis Riset"**

**SEMINAR NASIONAL  
TEKNOIN 2014**

Yogyakarta, 22 November 2014

**Teknik Industri**

**TEKNOIN**

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI ISSN 0563-9097



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

# SERTIFIKAT

MEMBERIKAN PENGHARGAAN KEPADA

**Ida Nursanti**

ATAS KEIKUTSERTAANNYA SEBAGAI

**Pemakalah**

Seminar Nasional Teknoin 2014

"PENINGKATAN DAYA SAING INDUSTRI NASIONAL BERKELANJUTAN BERBASIS RISET"

YOGYAKARTA, 22 NOVEMBER 2014



DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

DR. IMAM DJATI WIDODO, M.ENG.SC.



KETUA PANITIA,

ASMANTO SUBAGYO, M.Sc

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14.5 Yogyakarta 55584 | Phone 0274-895287, Fax: 0274-895007 | email: secretaiat@teknoin.org, website : www.teknoin.org



PANITIA SEMINAR NASIONAL TEKNOIN 2014  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Kampus: Jalan Kaliurang Km 14,4 Telp (0274) 895287, 895007 Facs (0274) 895007 Sleman 55584 Yogyakarta  
<http://www.uui.ac.id> atau <http://www.fit.uui.ac.id> email [fti@uui.ac.id](mailto:fti@uui.ac.id)

No : 08/TEKNOIN/60/TK/IX/2014  
Hal : Pemberitahuan Makalah Diterima

Kepada Yth,  
Bapak / Ibu Ida Nursanti  
Teknik Industri  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Assalamualaikum,*

Dengan surat ini kami sampaikan bahwa makalah dari Bapak / Ibu dengan judul  
"Perancangan Ulang Alat Bantu Pencekam (Ragum) Dengan Metode Design For Assembly (Dfa)  
- Boothroyd/Dewhurst"

dinyatakan **diterima** setelah melalui proses review dan telah kami umumkan di website  
[www.teknoin.org](http://www.teknoin.org) pada tanggal 17 Oktober 2014.

Selanjutnya kami mohon Bapak/Ibu dapat segera melakukan pembayaran sesuai jadwal yang telah ditentukan. Bagi yang melakukan pembayaran awal (10-30 Oktober 2014) pembayaran sebesar Rp 500.000, dan pembayaran akhir (31 Oktober-15 November) pembayarannya sebesar Rp 600.000. bagi yang sampai dengan 15 November tidak melakukan pembayaran, maka makalah **tidak diproses** untuk diterbitkan dalam prosiding. Terlampir kami sampaikan pula, form registrasi/ pembayaran untuk mohon diisi dan dikirimkan kembali ke email [seminarteknoin@yahoo.com](mailto:seminarteknoin@yahoo.com)

Demikian surat pemberitahuan dari kami, atas keikutsertaanya kami ucapkan terimakasih.  
*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*



Yogyakarta, 20 Oktober 2014  
Sekretariat, SEMNAS Teknoin 2014

Agus Taufiq, M.Sc

# Perancangan Ulang Alat Bantu Pencekam (Ragum) Dengan Metode *Design For Assembly* (DFA) - Boothroyd/Dewhurst

Ida Nursanti, Ratnanto Fitriadi, Andy Setiawan  
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Ida.Nursanti@ums.ac.id

**Abstract**—Salah satu bagian yang penting di sebuah proses produksi suatu produk adalah perakitan. Jumlah komponen dan metode perakitan yang digunakan, berpengaruh secara langsung terhadap biaya perakitan dan lamanya waktu perakitan, sekaligus berpengaruh juga terhadap biaya dan waktu produksi yang dibutuhkan untuk membuat sebuah produk. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis desain produk alat bantu pencekam (ragum) yang ada di Laboratorium Teknik Industri UMS untuk mengetahui efisiensi dan waktu perakitannya dan membuat desain perbaikannya dengan menggunakan metode *Design For Assembly* (DFA) - Boothroyd/Dewhurst. Dalam metode ini estimasi waktu perakitan manual dihitung dengan menggunakan suatu klasifikasi dan sistem pengkodean dari proses pembawaan manual (*manual handling*), pemasukan (*insertion*), dan pengikatan (*fastening*). Hasil analisa menunjukkan bahwa desain produk awal memiliki jumlah komponen 44, dengan nilai efisiensi perakitan 18 % dan waktu perakitan 323,2 detik. Setelah dilakukan desain perbaikan, jumlah komponen berkurang menjadi 14 dengan waktu perakitan 100,7 detik dan efisiensi perakitannya meningkat 24%

**Keywords**—*DFA-Boothroyd/Dewhurst*; *efisiensi perakitan*; dan *pencekam*

## I. PENDAHULUAN

Salah satu bagian yang penting di sebuah proses produksi suatu produk adalah perakitan. Jumlah komponen dan metode perakitan yang digunakan, berpengaruh secara langsung terhadap biaya perakitan dan lamanya waktu perakitan, sekaligus berpengaruh juga terhadap biaya dan waktu produksi yang dibutuhkan untuk membuat sebuah produk.

Dengan melakukan desain produk dan proses secara berkesinambungan, tingkat performa perakitan produk yang terkait dengan biaya dan waktu dapat analisa sejak awal, bersama-sama dengan proses perancangan produk. Optimalisasi waktu dan biaya dapat tercapai dan permasalahan-permasalahan yang mungkin muncul dapat diatasi.

DFA (*Design For Assembly*) merupakan salah satu metode atau alat untuk melakukan desain produk dan proses secara berkesinambungan (*Concurrent Engineering*). DFA bisa juga dikatakan sebagai bagian dari DFM (*Design For Manufacture*), karena perakitan merupakan bagian dari proses produksi. Selain itu tujuan dari DFA juga hampir sama dengan tujuan DFM, akan tetapi hanya fokus pada proses perakitan.

Didalam pendekatan CPPD (*Concurrent Product and Process Development*), DFA disarankan dilakukan pada tahap pertama, karena DFA memberikan pengaruh yang sangat besar dalam perancangan ulang (*re-design*) suatu produk (contohnya adalah jumlah komponen).

Ada beberapa metode DFA yang digunakan dalam industri saat ini, diantaranya yaitu Boothroyd/Dewhurst, Lucas dan Hitachi AEM. Akan tetapi, didalam penelitian ini hanya metode Boothroyd/Dewhurst yang digunakan.

Metode DFA-Boothroyd/Dewhurst ini didasarkan pada studi yang mendalam dari operasi perakitan yang bertujuan untuk menentukan parameter operasional yang menentukan waktu dan biaya perakitan. Estimasi waktu perakitan manual dihitung dengan menggunakan suatu klasifikasi dan sistem pengkodean dari proses pembawaan manual (*manual handling*), pemasukan (*insertion*), dan pengikatan (*fastening*).

Perancangan ulang dilakukan setelah melakukan analisis efisiensi perakitan, dimana faktor utama perbaikan desainnya adalah mengurangi jumlah komponen dan mempermudah proses *handling*, *insertion* dan *fastening*.

Studi kasus penelitian ini adalah alat bantu pencekam atau ragum yang ada di Laboratorium Teknik Industri. Dengan tujuan untuk mengevaluasi desain proses dari ragum tersebut kaitannya dengan pengurangan jumlah komponen dan waktu perakitan.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Evaluasi Desain

Agar tujuan perancangan dapat tercapai, maka evaluasi terhadap pemberian spesifikasi teknis, aspek manufaktur dan perakitan perlu dilakukan. Spesifikasi teknis dan geometrik dari komponen perlu dievaluasi untuk memastikan, bahwa

fungsi komponen terpenuhi. Sedangkan evaluasi manufaktur dan perakitan dimaksudkan untuk mengetahui biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan komponen dan perakitanannya. Melalui evaluasi desain ini, jika ada komponen atau bagian dari produk yang perlu diperbaiki atau diganti, maka dapat dilakukan perubahan spesifikasi atau pengembangan konsep baru. Luaran dari tahapan ini adalah rekomendasi proses manufaktur dan perakitan (Batan, 2012).

### B. Perakitan

Secara umum proses perakitan meliputi: penanganan (*handling*), penyisipan (*insertion*) dan penggabungan (*joining*) dan dikenal tiga macam operasi perakitan, yaitu (Purwadi, 2012):

- Perakitan manual (*manual assembly*)
- Mesin-mesin perakitan khusus (*fixed automation*)
- Perakit robot (*robotic assembly, fixible automation*)

### C. Desain for Assembly (DFA) – Boothroyd-Dewhurst

Metode ini didasarkan pada studi yang mendalam dari operasi perakitan dengan tujuan untuk menentukan parameter operasional yang menyelesaikan atau menjawab pada persoalan biaya dan waktu perakitan. Suatu klasifikasi dan sistem pengkodean bagi pembawaan (*handling*) manual, pemasukan atau penyisipan (*insertion*) dan proses pengikatan (*fastening*) digunakan dalam bentuk suatu sistem standard waktu bagi perancang untuk menghitung waktu perakitan manual (Purwadi, 2012).

Tabel 1. Classification and coding Table for manual handling

MANUAL HANDLING-ESTIMATED TIMES (seconds)

Key	ONE HAND	Parts are easy to grasp and manipulate										Parts present handling difficulties (1)				
		Thickness > 2 mm					Thickness ≤ 2 mm					Thickness > 2 mm		Thickness ≤ 2 mm		
		Size > 15 mm	6 mm < size ≤ 15 mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size < 6 mm	Size > 15 mm	6 mm < size ≤ 15 mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1.13	1.43	1.68	1.89	2.14	1.84	2.17	2.65	2.85	2.96	2.67	3.06	3	3.34	3.77	
2	1.3	2.1	2.55	2.36	2.85	2.57	3.3	3.58	3.18	3.77	3.5	3.94	4	4.37	4.8	
3	1.55	2.25	2.7	2.51	3	2.73	3.06	3.55	3.34	4	3.77	4.26	4.5	4.99	5.42	
4	1.8	2.55	3	2.81	3.3	3.03	3.36	3.85	3.64	4.13	3.86	4.35	4.64	5.07	5.5	
5	2.05	2.85	3.3	3.11	3.6	3.33	3.66	4.15	3.94	4.43	4.16	4.65	4.94	5.37	5.8	
6	2.3	3.15	3.6	3.41	3.9	3.63	3.96	4.45	4.24	4.73	4.46	4.95	5.24	5.67	6.1	
7	2.55	3.45	3.9	3.71	4.2	3.93	4.26	4.75	4.54	5.03	4.76	5.25	5.54	5.97	6.4	
8	2.8	3.75	4.2	4.01	4.5	4.23	4.56	5.05	4.84	5.33	5.06	5.55	5.84	6.27	6.7	
9	3.05	4.05	4.5	4.31	4.8	4.53	4.86	5.35	5.14	5.63	5.36	5.85	6.14	6.57	7	

Key	ONE HAND WITH GRASPING AIDS	Parts need tweezers for grasping and manipulation										Parts need special jigs for manipulation
		Parts can be manipulated without optical magnification					Parts require optical magnification for manipulation					
		Thickness > 25 mm	Thickness > 25 mm	Thickness > 25 mm	Thickness > 25 mm	Thickness > 25 mm	Thickness > 25 mm	Thickness > 25 mm	Thickness > 25 mm	Thickness > 25 mm	Thickness > 25 mm	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1.6	2.25	2.7	2.51	3	2.73	3.06	3.55	3.34	4	3.77	
2	1.8	2.55	3	2.81	3.3	3.03	3.36	3.85	3.64	4.13	4	
3	2.05	2.85	3.3	3.11	3.6	3.33	3.66	4.15	3.94	4.43	4	
4	2.3	3.15	3.6	3.41	3.9	3.63	3.96	4.45	4.24	4.73	4	
5	2.55	3.45	3.9	3.71	4.2	3.93	4.26	4.75	4.54	5.03	4	
6	2.8	3.75	4.2	4.01	4.5	4.23	4.56	5.05	4.84	5.33	4	
7	3.05	4.05	4.5	4.31	4.8	4.53	4.86	5.35	5.14	5.63	4	

Key	TWO HANDS FOR MANIPULATION	Parts present no additional handling difficulties					Parts present additional handling difficulties (e.g. sticky, delicate, slippery, etc.) (1)				
		α ≤ 180°	α > 180°	α ≤ 180°	α > 180°	α ≤ 180°	α > 180°	α ≤ 180°	α > 180°	α ≤ 180°	α > 180°
		Size > 15 mm	6 mm < size ≤ 15 mm	Size > 6 mm	Size > 6 mm	Size > 15 mm	6 mm < size ≤ 15 mm	Size > 6 mm	Size > 6 mm	Size > 6 mm	Size > 6 mm
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	4.1	4.8	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.75	7	
2	4.3	5.1	5.4	5.9	7.05	5.25	5.5	6.15	7.05	7.2	
3	4.5	5.4	5.7	6.2	7.35	5.5	5.75	6.45	7.35	7.5	
4	4.7	5.6	5.9	6.4	7.65	5.75	6	6.75	7.65	7.8	
5	4.9	5.8	6.1	6.6	7.95	6	6.25	7.05	7.95	8.1	
6	5.1	6	6.3	6.8	8.25	6.25	6.5	7.35	8.25	8.4	
7	5.3	6.2	6.5	7	8.55	6.5	6.75	7.65	8.55	8.7	
8	5.5	6.4	6.7	7.2	8.85	6.75	7	7.95	8.85	9	
9	5.7	6.6	6.9	7.4	9.15	7	7.25	8.25	9.15	9.3	

Key	TWO HANDS OR ASSISTANCE REQUIRED FOR LARGE SIZE	Parts can be handled by one person without mechanical assistance										Parts severely nest or tangle and are not flexible
		Parts do not severely nest or tangle and are not flexible					Parts do severely nest or tangle and are not flexible					
		Parts are easy to grasp and manipulate	Parts present other handling difficulties (1)	Parts are easy to grasp and manipulate	Parts present other handling difficulties (1)	Parts are easy to grasp and manipulate	Parts present other handling difficulties (1)	Parts are easy to grasp and manipulate	Parts present other handling difficulties (1)	Parts are easy to grasp and manipulate	Parts present other handling difficulties (1)	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2	6.2	7.3	7.6	8.7	9.8	10.9	12	13.1	14.2	15.3	16.4	
3	6.4	7.5	7.8	8.9	10	11.1	12.2	13.3	14.4	15.5	16.6	
4	6.6	7.7	8	9.1	10.2	11.3	12.4	13.5	14.6	15.7	16.8	
5	6.8	7.9	8.2	9.3	10.4	11.5	12.6	13.7	14.8	15.9	17	
6	7	8.1	8.4	9.5	10.6	11.7	12.8	13.9	15	16.1	17.2	
7	7.2	8.3	8.6	9.7	10.8	11.9	13	14.1	15.2	16.3	17.4	
8	7.4	8.5	8.8	9.9	11	12.1	13.2	14.3	15.4	16.5	17.6	
9	7.6	8.7	9	10.1	11.2	12.3	13.4	14.5	15.6	16.7	17.8	

Tabel 2. Classification and coding Table for manual insertion



part ketika diproyeksikan pada permukaan plat (Purwadi, 2012).

2. Klasifikasi sistem untuk pemasukan dan pengikatan manual (*classification system for manual and fastening*). Klasifikasi ini menitik beratkan pada interaksi antara mempertemukan komponen sebagai kontak mereka dan menggabungkannya. Pemasangan manual dan pengencangan manual terdiri dari variasi tertentu tugas perakitan dasar seperti pasak, baut, las, keling snap, dan lain sebagainya. Keistimewaan rancangan yang berakibat penting terhadap waktu pemasangan dan pengencangan adalah:
  - a. Kemampuan masuk kepada lokasi rakitan
  - b. Kenyamanan operasi dari alat perakitan
  - c. Kemampuan lihat lokasi perakitan
  - d. Kenyamanan pengarah dan memposisikan selama perakitan
  - e. Kedalaman pemasangan

#### D. Efisiensi Perakitan

Efisiensi perakitan adalah rasio dari waktu perakitan ideal terhadap waktu perakitan yang sebenarnya dengan rumus perhitungan (1) sebagai berikut:

$$E = \frac{NM \cdot ta}{TM} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- E = Desain efisiensi (DFA index)
- NM = Jumlah part minimum secara teoritis
- ta = Waktu perakitan dasar tiap part (rata-rata diambil 3 detik)
- TM = Jumlah waktu perakitan seluruh part

Acuan untuk perakitan ini diberikan berdasarkan pada jumlah minimum dari komponen, yang menghadirkan satu situasi yang ideal. Untuk acuan ini Boothroyd-Dewhurst memberikan 3 kriteria yang harus dipenuhi atau dijawab sebelum melakukan pemisahan atau pengurangan komponen/part melalui cara penggabungan, yaitu:

- Apakah part mempunyai pergerakan relatif terhadap part-part lain yang telah dirakit sebelumnya?
- Apakah part diharuskan mempunyai jenis material yang berbeda atau diisolasikan terhadap part lain yang terakit?
- Apakah part terpisah dari part rakitan yang lain?

Jika paling tidak satu dari ke tiga pertanyaan tersebut dijawab 'ya' maka komponen perlu ditetapkan sebagai komponen yang terpisah atau dengan kata lain tidak bisa digabungkan (Kristyanto, 1999).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah alat bantu pencekam atau ragam yang dimiliki Laboratorium Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

#### B. Metode Pengumpulan Data

- Observasi  
Metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan, pembongkaran, perakitan dan pencatatan secara langsung untuk memperoleh data mengenai produk.
- Tinjauan Pustaka  
Yaitu mengambil data dari referensi tertulis seperti buku ataupun jurnal-jurnal yang terkait dengan informasi dan dibutuhkan untuk dasar penerapan metode DFA Boothroyd-Dewhurst.

#### C. Langkah-Langkah Penelitian

##### 1. Analisa efisiensi desain produk awal menggunakan DFA-Worksheet

Semua komponen dari produk dianalisa bentuknya baik bentuk (simetri), panjang, dan tebal dari komponen tersebut untuk menentukan waktu perakitan yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Selanjutnya semua data dimasukkan ke dalam DFA-Worksheet. Masing-masing komponen kemudian diberi 3 (tiga) pertanyaan, yaitu:

- Apakah komponen tersebut mempunyai pergerakan relatif terhadap komponen-komponen lain yang telah dirakit sebelumnya?
- Apakah komponen tersebut diharuskan mempunyai jenis material yang berbeda atau diisolasikan terhadap komponen lain yang terakit?
- Apakah komponen tersebut terpisah dari komponen rakitan yang lain?

Jika minimal ada satu pertanyaan yang jawabannya "ya", itu artinya komponen tersebut harus tetap ada atau tidak bisa dihilangkan. Hal ini bertujuan untuk menentukan jumlah komponen minimum teoritis yang digunakan untuk menghitung efisiensi perakitan dengan menggunakan rumus (1).

##### 2. Perbaikan Desain Produk

Perancangan ulang produk dilakukan berdasarkan hasil langkah sebelumnya dimana ada komponen-komponen yang bisa dihilangkan atau didesain ulang akan tetapi tidak menghilangkan fungsi dari produk tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengurangi jumlah komponen.

##### 3. Analisa efisiensi desain produk perbaikan menggunakan DFA Worksheet

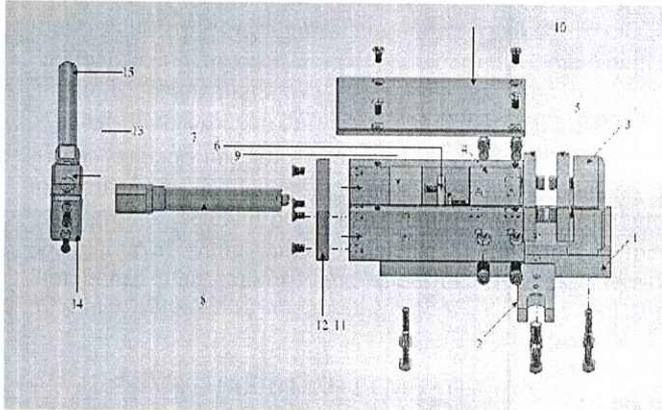
Produk hasil perancangan ulang atau perbaikan di analisa kembali menggunakan DFA *Worksheet* untuk mengetahui nilai efisiensi perakitannya.

4. Analisis perbandingan desain awal dan desain perbaikan  
 Pada bagian ini, dibandingkan beberapa hal terkait perbaikan desain dan sistem perakitan dari produk awal dan produk setelah perbaikan atau perancangan ulang. Diantaranya yaitu nilai efisiensi perakitan, jumlah komponen dan waktu yang diperlukan untuk merakit produk

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Desain Produk Awal

Gambar 3 dan Tabel 3 berikut ini menunjukkan desain awal produk dan *bill of material* dari pengecam atau ragum yang dijadikan objek penelitian ini.



Gambar 3. Desain awal produk

Tabel 3. *Bill of material* desain awal produk

No Part	Nama Part	Jenis Material	Ukuran			Jumlah
			P	L	T	
1	Landasan	St 37	30	58	185	1
2	Plat pengecam	St 37	12	30	130	1
3	Dudukan Rahang Tetap	St 37	30	40	78	1
4	Dudukan Rahang Gerak	St 37	30	45	58	1
5	Rahang	S 45 C	10	30	80	2
6	Plat Tekan	St 37	5.5	16	48	1
7	Ring	St 37	dia	13	3	1
8	Poros Transportir	S 45 C	dia	22	141	1
9	Blok Ulir	St 37	25	35	58	1
10	Tutup Atas	St 37	5	78	151	1
11	Tutup Samping	St 37	13	42	141	2
12	Penyangga	St 37	10	42	78	1

13	Tangkai Part 1	St 37	25	31	34	1
14	Tangkai Part 1	St 37	8	25	34	1
15	Tangkai Part 1	St 37	dia	20	160	1
16	Baut Inbus	Standar	M6	x	25	4
17	Baut Inbus	Standar	M6	x	15	10
18	Baut Inbus	Standar	M4	x	10	2
19	Baut Contersunk Inbush	Standar	M5	x	10	7
20	Baut Contersunk Inbush	Standar	M5	x	15	4

##### B. Analisis Efisiensi Desain Produk Awal Menggunakan DFA *Worksheet*

Berdasarkan analisa komponen dan proses perakitan dari desain awal produk yang disesuaikan dengan Tabel 1 dan Tabel 2, data dimasukkan pada lembar kerja yang ditunjukkan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. DFA *Worksheet* perakitan manual desain produk awal

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Part ID No	Number of times the operation is carried out consecutively	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, cents 0.4 x (7)	Figures for estimation of theoretical minimum parts	Name of Assembly
1	1	30	1,95	00	1,5	3,45	1,38	1	Landasan
2	1	30	1,95	08	6,5	8,45	3,38	0	Dudukan Rahang Tetap
3	2	10	1,5	38	6	15	6	0	Baut M6x25
4	1	20	1,8	06	5,5	7,3	2,92	1	Rahang
5	2	10	1,5	38	6	15	6	2	Baut M6x15
6	1	20	1,8	06	5,5	7,3	2,92	0	Blok Ulir
7	2	10	1,5	38	6	15	6	0	Baut M6x25
8	1	20	1,8	06	5,5	7,3	2,92	0	Plat Cekam
9	2	10	1,5	38	6	15	6	0	Baut M6x15
10	1	20	1,8	06	5,5	7,3	2,92	1	Penyangga
11	1	10	1,5	38	6	7,5	3	1	Poros Transportir
12	1	10	1,5	00	1,5	3	1,2	1	Plat Tekan
13	1	10	1,5	06	5,5	7	2,8	0	Ring
14	1	11	1,8	38	6	7,8	3,12	0	Baut

									M5x10
15	1	30	1,95	06	5,5	7,45	2,98	1	Dudukan Rahang Gerak
16	1	20	1,8	06	5,5	7,3	2,92	1	Rahang
17	2	10	1,5	38	6	15	6	2	Baut M6x15
18	2	11	1,8	38	6	15,6	6,24	0	Baut M5x10
19	2	30	1,95	06	5,5	14,9	5,96	2	Tutup Samping
20	4	10	1,5	38	6	30	12	4	Baut M6x15
21	4	10	1,5	38	6	30	12	0	Baut M5x15
22	1	30	1,95	06	5,5	7,45	2,98	0	Tutup Atas
23	4	11	1,8	38	6	31,2	12,48	0	Baut M5x10
24	1	10	1,5	38	6	7,5	3	1	Tangkai part 3
25	1	10	1,5	38	6	7,5	3	1	Tangkai part 1
26	1	20	1,8	06	5,5	7,3	2,92	0	Tangkai part 2
27	2	11	1,8	38	6	15,6	6,24	0	Baut M4x10
					TM			N	Design Efficiency
					323,2		129,28	M	(3)(NM)/(TM)
								19	= 0,18

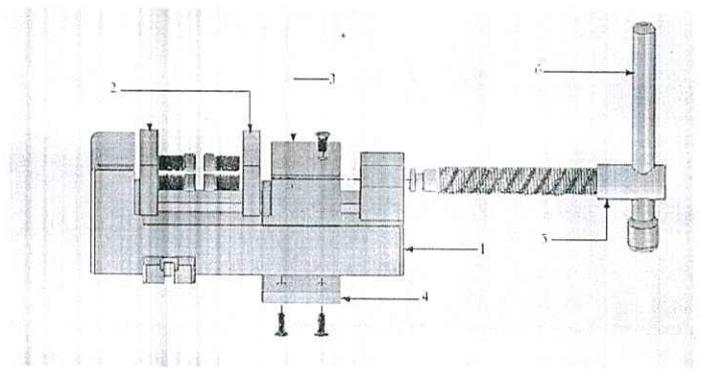
Dari hasil perhitungan menggunakan rumus (1) didapatkan waktu perakitan sebesar 323,2 detik, biaya perakitan 129,28 cns dan efisiensi perakitanya adalah 0,18 (18%).

### C. Perbaikan Desain Produk

Berdasarkan analisa DFA *Worksheet* pada kolom 9 Tabel 4, maka komponen yang perlu di rancang ulang, digabungkan atau dihilangkan adalah sebagai berikut:

1. Komponen *fastener*, dimana komponen ini sangat berpengaruh terhadap waktu perakitan. Untuk itu ada beberapa komponen yang dihilangkan yaitu ring, plat tekan, tutup atas, penyangga, tangkai part 1 dan tangkai part 2.
2. Dudukan rahang tetap, komponen ini tidak mudah untuk di sesuaikan dan diposisikan karena komponen ini tidak simetris dengan skor insertion-nya adalah 6,5. Jadi komponen yang akan di desain ulang adalah landasan.
3. Tutup samping komponen ini memiliki skor yang cukup besar yaitu 14,9. Jadi komponen ini memiliki potensi untuk dihilangkan atau di desain ulang.

Desain produk perbaikan dan *bill of material* dari produk tersebut ditunjukkan pada Gambar 4 dan Tabel 5.



Gambar 4. Desain Produk Perbaikan

Tabel 5. *Bill of material* desain produk perbaikan

No Part	Nama Part	Jenis Material	Ukuran			Jumlah
			P	L	T	
1	Landasan	St 37	65	118	180	1
2	Rahang	S 45 C	10	30	80	2
3	Dudukan Rahang Gerak	St 37	45	45	78	1
4	Penepat	St 37	7	35	45	1
5	Poros Transportir	S 45 C	dia	20	149	1
6	Pengait	St 37	dia	20	160	1
7	Baut Inbus	Standar	M6	x	15	4
8	Baut Inbus	Standar	M4	x	10	2
9	Baut Contersunk Inbush	Standar	M5	x	10	1

### D. Analisis Efisiensi Desain Produk Perbaikan Menggunakan DFA *Worksheet*

Dengan menggunakan DFA *Worksheet* pada Tabel 6., desain produk perbaikan membutuhkan waktu perakitan sebesar 100,7 detik, biaya perakitan 40,28 cns dan efisiensi perakitan 0,42 (42%).

Table 6. DFA Worksheet perakitan manual desain produk perbaikan

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Part ID No	Number of times the operation is carried out consecutively	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, cents 0.4 x (7)	Figures for estimation of theoretical minimum parts	Name of Assembly
1	1	30	1,95	00	1,5	3,45	1,38	1	Landasan
2	1	20	1,8	06	5,5	7,3	2,92	1	Rahang
3	2	10	1,5	38	6	15	6	2	Baut M6x15
4	1	30	1,95	06	5,5	7,45	2,98	1	Dudukan Rahang Gerak
5	1	20	1,8	06	5,5	7,3	2,92	1	Rahang
6	2	10	1,5	38	6	15	6	2	Baut M6x15
7	1	20	1,8	06	5,5	14,6	5,84	1	Penepat
8	2	11	1,8	38	6	31,2	12,48	2	Baut M4x10
9	1	10	1,5	38	6	7,5	3	1	Poros Transportir
10	1	11	1,8	38	6	7,8	3,12	1	Baut
11	1	10	1,5	06	5,5	7	2,8	1	Pengait
						TM 100,7	40,28	NM 14	Design Efficiency (3)(NM)/(TM) = 0,42

E. Analisis Perbandingan Desain Awal Dan Desain Perbaikan Produk

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan pada langkang sebelumnya, Tabel 4.5. berikut ini menunjukkan perbandingan komponen perakitan dari desain produk awal dengan desain produk perbaikan.

Tabel 7. Perbandingan desain awal dan desain perbaikan produk

No	Keterangan	Desain Awal	Desain Perbaikan
1	Jumlah Komponen	44	14
2	Total Waktu Perakitan	323,2 (detik)	100,7 (detik)
3	Biaya Perakitan	129,28 (cen)	40,28 (cen)
4	Efisiensi Perakitan	0,18 (18%)	0,42 (42%)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Dengan melakukan perbaikan desain produk menggunakan metode *Design For Assembly* (DFA), komponen produk yang awalnya jumlahnya 20 jenis berkurang menjadi 9 jenis komponen.
2. Dengan berkurangnya jumlah komponen, total waktu perakitan juga berkurang dari 323,2 detik menjadi 100,7 detik dan efisiensi perakitannya meningkat 24%.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Aplikasi *Design for Manufacturing* dapat digunakan dalam analisis untuk mendapatkan nilai biaya dan waktu proses pembuatan produk.
2. Untuk semakin mengurangi waktu perakitan, dapat dilakukan dengan merencanakan urutan perakitan produk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Alfidhlani, dan Toha I.S., *Penentuan Urutan Perakitan Produk Multiaksial Ortogonal Dengan Mempertimbangkan Titik Lokasi Miting Dan Volume Komponen*. Jurnal Teknik Industri Vol 10, No 2. Desember 2008:124-137.
- [2]. Batan, I Made Londen, 2012. Edisi pertama "Desain Produk", Penerbit Guna Widya: Surabaya.
- [3]. Boothroyd, G. dan Dewhurst, P., 1991. "Design For Manual Assembly" in *Product Design for Assembly Handbook*. Boothroyd Dewhurst Inc., Wakefield.
- [4]. Kristyanto, B. dan Dewa, P.K., *Kontribusi Ergonomi Untuk Rancangan Perakitan*, Jurnal Teknologi Industri Vol. III, No. 1, 1999, Hal: 47-62, ISSN 1410-5004.
- [5]. Nevis, J.L. dan Whitney, D. E., 1989. "An Algorithmic Approach to Assembly Sequence Generation" dalam buku *Concurrent Design of Products and Processes*, McGraw-Hill.
- [6]. Purwadi, Tri., 2012. *Penerapan Desain Untuk Perakitan (DFA) Pada Perakitan Coolbox Sepedah Motor*. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Indonesia.
- [7]. Wahjudi, Didik dan San, Gan Shu. *Pemilihan Metode Perakitan Dan desain Produk untuk Meningkatkan Kinerja Perakitan di PT. Indoniles Electric Parts*. Jurnal Teknik Mesin Vol. 1, No. 1, April 1999: 37-44.
- [8]. Yusri, *Penerapan Design For Assembly (DFA) Untuk Mereduksi Biaya Produksi Suatu Produk*, Jurnal Teknik Mesin Vol. 5, No. 1, Juni 2008, ISSN 1829-8958.