

**PERANCANGAN ULANG PART BERDASARKAN METODE BOOTHROYD-DEWHURST DAN USULAN TATA LETAK STASIUN PERAKITAN PRODUK KOMPOR JENIS NGETL 10-50  
(Studi Kasus di PT. Nayati Indonesia)**

Thedy Yogasara dan Febri Silviani

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit 94 Bandung 40141  
Telp : 022 – 2032700, e-mail : thedy@[home.unpar.ac.id](mailto:thedy@home.unpar.ac.id)

**Abstrak**

*Untuk menghadapi era globalisasi yang semakin maju ini, proses perakitan suatu produk memegang peranan yang cukup penting karena efisiensi proses perakitan akan mempengaruhi efisiensi dari proses produksi tersebut secara keseluruhan. Untuk meningkatkan efisiensi tersebut maka perlu dilakukan perbaikan-perbaikan dalam proses perakitan, diantaranya dengan perancangan produk. Perancangan produk merupakan hal yang sangat penting supaya produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang tetap terjaga.*

*Penelitian ini membahas tentang penerapan metode Boothroyd-Dewhurst pada perakitan subassembly pilot dan air chamber kompor NGETL 10-50 yang dihasilkan oleh PT. Nayati Indonesia. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi proses perakitan dengan cara meminimasi jumlah komponen yang digunakan. Dengan menggunakan metode Boothroyd-Dewhurst, efisiensi perakitan subassembly pilot dan air chamber menjadi semakin meningkat. Pengurangan jumlah komponen yang digunakan ini memberikan dampak yang positif karena biaya-biaya manufaktur yang harus dikeluarkan dan waktu yang dibutuhkan untuk merakit subassembly pilot dan air chamber ini menjadi semakin kecil.*

*Selain itu, pada penelitian ini juga dirancang layout stasiun kerja perakitan yang diharapkan dapat meminimasi waktu transport. Perancangan layout ini dilakukan dengan menambahkan meja perakitan sehingga proses perakitan dilakukan di atas meja perakitan, menambahkan meja komponen, dan meletakkan komponen lebih dekat ke stasiun perakitan. Penambahan meja perakitan ini dapat membuat pekerja tidak cepat lelah, pekerja dapat bekerja dengan lebih nyaman, dan juga produktivitas kerja akan meningkat.*

**Kata kunci** : metode Boothroyd-Dewhurst, perakitan, perancangan, produk, layout.

## **1. Latar Belakang Masalah**

Kualitas produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan harus tetap ditingkatkan dan perusahaan juga harus memperhatikan biaya-biaya operasional dan *Manufacturing Lead time* (MLT) yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk karena kedua hal tersebut berpengaruh terhadap pendapatan yang akan diperoleh perusahaan. Untuk dapat memenuhi tujuan tersebut maka dapat diterapkan *Design for Manufacturing* (DFM) dan *Design for Assembly* (DFA). Ulrich dan Eppinger (2001) menjelaskan bahwa DFA merupakan suatu rancangan perakitan bagi produk manufaktur yang ditujukan untuk kebutuhan perusahaan karena dengan menggunakan DFA, maka suatu perusahaan dapat mencapai efisiensi yang tinggi bagi sistem perakitan, meningkatkan produktivitas pada bagian perakitan (*shop floor*), dan untuk meminimumkan biaya operasi yang terjadi agar produk bisa lebih kompetitif dalam pangsa pasar. Prosedur dan tata cara rancangan proses perakitan telah dilakukan untuk membantu mengidentifikasi masalah rancangan dan untuk menunjukkan bahwa desain produk dapat mempengaruhi proses manufaktur. Prinsip dasar dari sebagian besar prosedur

perancangan proses perakitan adalah mengurangi jumlah komponen dalam suatu rakitan dan membuat komponen-komponen yang lain mudah ditangani dan dirakit.

Perusahaan yang akan dijadikan objek dalam penelitian adalah PT. Nayati Indonesia. PT. Nayati Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri manufaktur yang menghasilkan bermacam-macam jenis kebutuhan dapur rumah tangga maupun dapur hotel, seperti kompor, tempat untuk mencuci piring, lemari makanan, dan lain-lain.

## 2. Identifikasi Masalah

Perancangan pada sistem perakitan untuk suatu produk sangat berkaitan dengan rancangan produk itu sendiri. Produk yang akan diteliti dalam skripsi ini adalah kompor dengan jenis NGETL 10 – 50 dengan panjang sebesar 1 meter dan lebar sebesar 0.5 meter. Produk kompor NGETL 10 - 50 ini diproduksi dalam volume yang besar, sehingga perlu dilakukan perancangan produk agar dapat meminimasi biaya operasi yang terjadi sehingga produk ini dapat menjadi produk yang berkualitas dan dapat menghadapi persaingan industri.

Lamanya proses perakitan yang dilakukan akan mempengaruhi efisiensi kerja perusahaan secara keseluruhan. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk merakit suatu produk, maka efisiensi perusahaan untuk memproduksi produk tersebut juga akan semakin menurun, dan biaya produksi yang dikeluarkan akan semakin meningkat. Oleh karena itu, proses perakitan memegang peranan yang penting dalam menentukan efisiensi perusahaan secara keseluruhan, khususnya pada perusahaan yang memproduksi produk-produk yang melibatkan banyak komponen untuk dirakit.

Selain itu, lamanya proses perakitan yang dilakukan juga dapat disebabkan oleh susunan *layout* stasiun perakitan yang belum memenuhi syarat untuk menghemat waktu kerja perakitan. Susunan *layout* stasiun perakitan harus dirancang sedemikian rupa sehingga gerakan mencari dan mengambil komponen-komponen yang akan dirakit dapat diminimasi.

## 3. Metodologi Penelitian

Untuk menghasilkan suatu penelitian yang baik, maka diperlukan suatu metodologi penelitian dengan langkah-langkah yang sistematis. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan topik penelitian yang kemudian diikuti dengan studi literatur dan studi lapangan. Setelah melakukan studi lapangan dan literatur, maka dapat dilakukan identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi, penentuan tujuan dan kegunaan penelitian, serta penentuan variabel penelitian, teknik pengumpulan dan pengolahan data. Langkah selanjutnya adalah pengumpulan dan pengolahan data. Pengolahan data terdiri dari analisis *part* desain awal; penentuan  $\square$ ,  $\square$ , *size*, dan *thickness* dari setiap *part* desain awal; perhitungan estimasi performansi desain awal; dan perhitungan biaya-biaya manufaktur.

Setelah pengolahan data selesai, dilakukan perancangan ulang produk yang terdiri dari : analisis kekurangan dan kelebihan desain awal; perancangan ulang *part*; penentuan  $\square$ ,  $\square$ , *size*, dan *thickness* dari setiap *part* desain usulan; perhitungan estimasi performansi desain usulan; analisis dan evaluasi hasil perancangan. Selanjutnya dilakukan perhitungan perkiraan biaya manufaktur, perancangan *layout* pada stasiun kerja *assembly*; analisis perancangan *layout* pada stasiun kerja *assembly*; analisis akhir dan perbandingan desain awal dengan desain usulan. Langkah terakhir yang dilakukan adalah pembuatan kesimpulan dan saran.

## 4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Metode Boothroyd-Dewhurst membagi perakitan menjadi tiga jenis yaitu perakitan secara manual, perakitan *high-speed automatic*, dan perakitan *robotic*. Pada saat dilakukan proses perakitan, penanganan dan penggabungan setiap *part*

dipertimbangkan secara terpisah. Metode ini menghitung nilai efisiensi perancangan berdasarkan taraf kesulitan dan nilai guna dari setiap gerakan perakitan.

Rancangan perakitan kompor NGETL 10-50 yang dilakukan berdasarkan desain awal dapat dikembangkan dengan cara melakukan *redesign* pada produk tersebut dengan mereduksi jumlah *part* yang digunakan. Hal ini diharapkan dapat mereduksi waktu yang dibutuhkan untuk merakit dan juga meminimasi biaya-biaya perakitan. Untuk melakukan *redesign* dibutuhkan analisis mengenai *part* dari kompor NGETL 10-50 yang mencakup bentuk, fungsi, serta karakter dari tiap *part*.

#### 4.1 *Part-part* yang Digunakan dalam Rancangan *Subassembly Pilot* dan *Air Chamber* Desain Awal

*Pilot* merupakan salah satu komponen yang terlibat dalam pembuatan kompor NGETL 10-50. *Pilot* ini berfungsi sebagai pemantik yang akan menyalakan api pada *burner*. Produk *pilot* berdasarkan desain awal terdiri dari 18 buah komponen, yaitu:

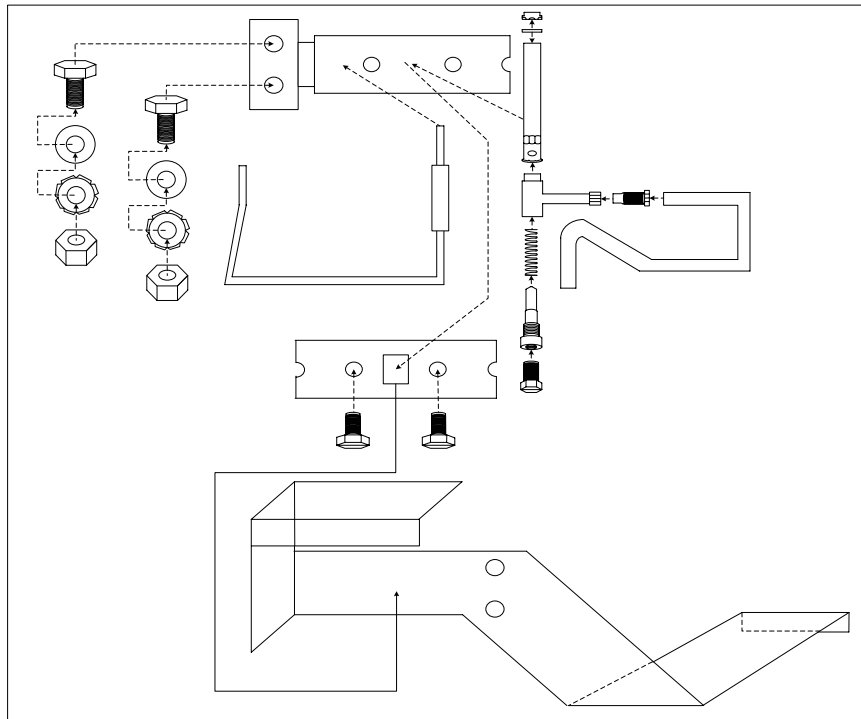
- *Head*
- *Ring Plat A*
- *Doublecone*
- *Spring*
- *Pilot Doubleflash*
- *Support Doublecone*
- *Support Pilot 1*
- *Baut Bawah*
- *Nozzle Pilot*
- *Thermocouple*
- *Support Pilot 2*
- *Baut*
- *Stand Pilot*
- *Double M-5*
- *Ring Plat B*
- *Ring Matahari*
- *Nut*
- *Pipa Tembaga*

*Air chamber* ini berfungsi untuk ruang pencampuran antara udara dan gas sebelum masuk ke *nozzle* dan keluar sebagai bahan bakar. Produk *air chamber* berdasarkan desain awal terdiri dari 14 buah komponen, yaitu:

- *Nozzle Jumbo Burner*
- *Stand Air Chamber*
- *Socketsteam*
- *Knee Reducing*
- *Fixing Bush*
- *Tensenspring*
- *Air Chamber Pipe*
- *Air Chamber Mixing*
- *Air Chamber Bush*
- *Air Chamber Plate*
- *Baut M-5 Hexabolt*
- *Ring Plat*
- *Ring Matahari*
- *Nut*

#### 4.2 Proses Perakitan dari *Subassembly Pilot* dan *Air Chamber* Desain Awal

Untuk lebih memahami proses perakitan *subassembly pilot* dan *air chamber* pada desain awal, maka akan dijelaskan melalui gambar. Gambar urutan perakitan *subassembly pilot* dan *air chamber* ini ditunjukkan oleh gambar 1 dan 2. Angka-angka yang terdapat pada gambar tersebut menunjukkan urutan perakitan dari masing-masing *part*.



Gambar 1. Urutan Perakitan *Subassembly Pilot*

**4.3 Perhitungan Nilai *Design Efficiency* untuk *Pilot* dan *Air Chamber* Desain Awal pada Kompor NGETL 10-50**

Perhitungan nilai efisiensi rancangan dilakukan dengan cara mengisi lembar kerja perakitan. Tujuan dilakukannya perhitungan nilai efisiensi desain awal adalah untuk mengetahui performansi dari proses perakitan *subassembly pilot* dan *air chamber* pada kompor jenis NGETL 10-50 desain awal.

Untuk memudahkan proses pengisian lembar kerja perakitan yang menyangkut proses penanganan (*handling*), maka ditentukan terlebih dahulu kriteria ketebalan (*thickness*), ukuran (*size*), dan derajat perputaran terhadap poros penggabungan ( $\alpha$  dan  $\beta$ ) dari setiap *part* yang terlibat dalam proses perakitan kompor NGETL 10-50 desain awal. Dalam menentukan ketebalan (*thickness*), ukuran (*size*), dan derajat perputaran terhadap poros penggabungan ( $\alpha$  dan  $\beta$ ) dari setiap *part* yang terlibat dalam proses perakitan kompor NGETL

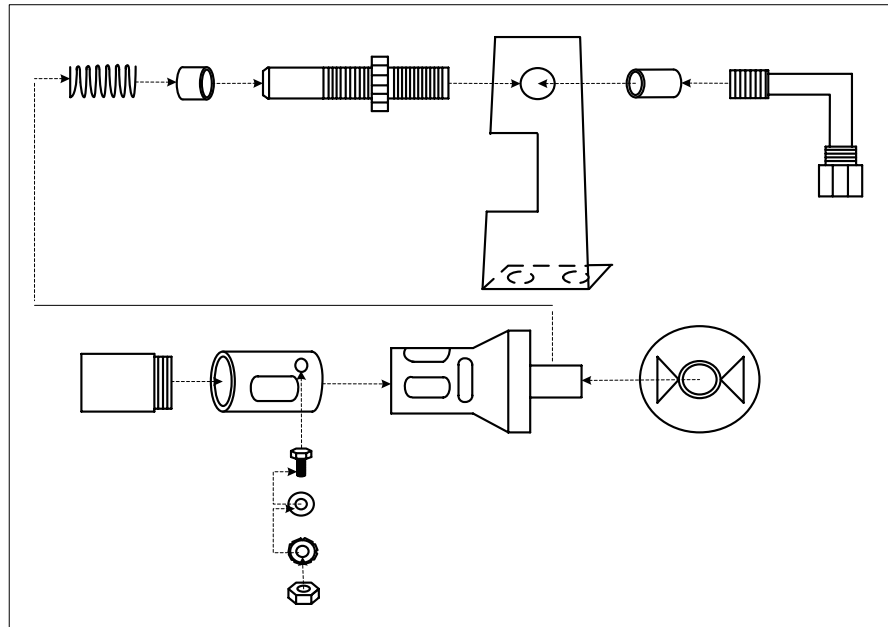
14 a

15 a

16 a

14 b

15 b

Gambar 2. Urutan Perakitan *Subassembly Pilot*

10-50 desain awal, ditentukan bentuk dasar dari setiap *part* yang terlibat. Bentuk dasar ini terdiri dari dua macam bentuk, yaitu prisma segi empat (untuk *part* yang tidak berbentuk silindris) dan silinder (untuk *part* yang berbentuk silindris). Untuk *part* yang memiliki bentuk dasar prisma segi empat, ukuran yang dipakai adalah panjang x lebar x tinggi, sedangkan untuk *part* yang berbentuk silindris digunakan ukuran diameter (D) dan panjang (L).

Lembar kerja perakitan digunakan untuk mengetahui performansi proses perakitan *subassembly pilot* dan *air chamber* desain awal. Lembar kerja perakitan menunjukkan total waktu perakitan manual, total biaya perakitan manual, jumlah *part* minimum yang dibutuhkan untuk memproduksi satu buah *pilot* dan *air chamber*. Dari ketiga informasi ini kemudian dapat dihitung nilai efisiensi proses perakitan *subassembly pilot* dan *air chamber* desain awal. Oleh karena itu, lembar kerja perakitan ini merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk membandingkan desain awal dan desain usulan *subassembly pilot* dan *air chamber*. Sebagai contoh, akan ditampilkan lembar kerja perakitan *subassembly pilot* yang ditunjukkan pada tabel 1.

#### 4.4 Perhitungan Biaya-biaya Manufaktur

Biaya-biaya manufaktur terdiri dari tiga kategori biaya, yaitu biaya komponen-komponen, biaya perakitan, dan biaya *overhead*. Biaya *overhead* yang diperoleh adalah sebesar 5 % dari biaya langsung. Perhitungan biaya-biaya manufaktur tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

##### 1. Biaya komponen-komponen

Biaya komponen ini mencakup biaya komponen-komponen standar dan biaya komponen *custom*. Untuk *subassembly pilot* dan *subassembly air chamber* ini terdapat komponen-komponen yang dibeli dari pemasok dan ada juga komponen yang dibuat oleh PT. Nayati Indonesia. Biaya-biaya komponen ini ditunjukkan oleh tabel 2 dan 3. Tabel 2 menunjukkan daftar biaya komponen untuk *subassembly pilot*, sedangkan tabel 3 menunjukkan daftar biaya komponen untuk *subassembly air chamber*. Dari hasil perhitungan didapat total biaya komponen untuk *subassembly pilot* adalah sebesar Rp 343600,00 per unit dan untuk *subassembly air chamber* adalah sebesar Rp 345725,00 per unit.

Tabel 1. Lembar Kerja Perakitan *Subassembly Pilot* Desain Awal

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Name of Assembly
part I.D. 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, 0.87x(7)	figures for estimation of theoretical minimum parts	<b>Subassembly Pilot</b>
<b>Subassembly 1: Gabungan part no. 1,2</b>									
1	1	17	3.06	00	1.5	4.56	3.967	1	Head
2	1	09	2.98	08	6.5	9.48	8.248	0	Ring plat
	1					1	0.87	-	Meletakkan hasil rakitan
<b>Subassembly 2: Gabungan part no. 1-9</b>									
3	1	10	1.5	00	1.5	3	2.61	1	Pilot doubleflash
4	1	17	3.1	00	1.5	4.6	4.002	-	Menggabungkan gabungan part no.1,2 dengan pilot doubleflash
5	1	30	1.95	00	1.5	3.45	3.002	0	Support doublecone
6	1	10	1.5	39	8	9.5	8.265	0	Doublecone
	1					1	0.87	-	Membalikkan posisi rakitan
7	1	03	1.69	00	1.5	3.19	2.775	1	Spring
8	1	13	2.06	06	5.5	7.56	6.577	1	Nozzle pilot
9	1	11	1.8	39	8	9.8	8.526	1	Baut bawah
	1					1	0.87	-	Membalikkan posisi rakitan
	1					1	0.87	-	Meletakkan hasil rakitan
<b>Assembly :Rakitan akhir</b>									
10	1	30	1.95	00	1.5	3.45	3.002	0	Support pilot 1
11	1	30	1.95	06	5.5	7.45	6.482	-	Menggabungkan gabungan part no.1-9 dengan support pilot 1
12	1	30	1.95	06	5.5	7.45	6.482	1	Thermocouple
13	1	30	1.95	06	5.5	7.45	6.482	1	Support pilot 2
14	2	11	1.8	39	8	19.6	17.05	0	Baut
15	1	30	1.95	08	6.5	8.45	7.352	1	Stand pilot
	1					1	0.87	-	Memutar posisi rakitan
16	2	11	1.8	09	7.5	18.6	16.18	0	Double M-5
17	2	08	2.45	00	1.5	7.9	6.873	0	Ring plat
18	2	08	2.45	00	1.5	7.9	6.873	0	Ring matahari
19	2	01	1.43	38	6	14.86	12.93	0	Nut
	1					1	0.87	-	Memutar posisi rakitan
20	1	30	1.95	02	2.5	4.45	3.872	1	Pipa tembaga
						168.7	146.8	9	design efficiency = 3 x NM/TM = 0.16
						TM	CM	NM	

Tabel 2. Daftar Biaya Komponen *Subassembly Pilot*

Komponen	Jenis	Material yang dibeli	Biaya material (Rupiah/unit)	Biaya pemrosesan (Mesin + Tenaga kerja)
	Komponen			
<i>Head</i>	<i>Standard</i>	0.5 kg Stainless Steel dengan Rp 22500 / kg	1250	
<i>Ring plat</i>	<i>Standard</i>		250	
<i>Pilot doubleflash</i>	<i>Standard</i>		34000	
<i>Support doublecone</i>	<i>Standard</i>		45000	
<i>Doublecone</i>	<i>Standard</i>		14000	
<i>Spring</i>	<i>Standard</i>		4500	
<i>Nozzle pilot</i>	<i>Standard</i>		23000	
Baut bawah	<i>Standard</i>		7400	
<i>Support pilot 1</i>	<i>Standard</i>		5500	
<i>Thermocouple</i>	<i>Standard</i>		63000	
<i>Support pilot 2</i>	<i>Standard</i>		3500	
Baut	<i>Standard</i>		1500	
<i>Stand pilot</i>	<i>Custom</i>		2.25 m pipa tembaga dengan Rp 20000 / m	11250
<i>Double M-5</i>	<i>Standard</i>	2000		
<i>Ring plat</i>	<i>Standard</i>	250		
<i>Ring matahari</i>	<i>Standard</i>	2200		
<i>Nut</i>	<i>Standard</i>	1000		
Pipa tembaga	<i>Custom</i>		45000	21000
Total biaya komponen				343600

Tabel 3. Daftar Biaya Komponen *Subassembly Air Chamber*

Komponen	Jenis	Material yang dibeli	Biaya material (Rupiah/unit)	Biaya pemrosesan (Mesin + Tenaga kerja)
	Komponen			
<i>Air chamber bush</i>	<i>Standard</i>	0.25 kg Stainless Steel dengan Rp 22500 / kg	47000	
<i>Air chamber pipe</i>	<i>Standard</i>		29000	
<i>Air chamber mixing</i>	<i>Standard</i>		85000	
<i>Air chamber plate</i>	<i>Standard</i>		25000	
<i>Baut M-5 hexabolt</i>	<i>Standard</i>		2000	
<i>Ring plat</i>	<i>Standard</i>		250	
<i>Ring matahari</i>	<i>Standard</i>		2200	
<i>Nut</i>	<i>Standard</i>		1000	
<i>Stand air chamber</i>	<i>Custom</i>		5625	68500

<i>Nozzle jumbo burner</i>	<i>Standard</i>	22250	
<i>Socksteam</i>	<i>Standard</i>	14000	
<i>Knee reducing</i>	<i>Standard</i>	18000	
<i>Fixing bush</i>	<i>Standard</i>	16500	
<i>Tensenspring</i>	<i>Standard</i>	9400	
Total biaya komponen			345725

## 2. Biaya perakitan

Proses perakitan mencakup biaya upah tenaga kerja dan juga mencakup biaya peralatan dan perlengkapan. Biaya perakitan untuk satu unit *subassembly pilot* adalah sebesar Rp 146,80, sedangkan biaya perakitan untuk satu unit *subassembly air chamber* adalah sebesar Rp 98,70.

Biaya-biaya perakitan untuk *subassembly pilot* dan *subassembly air chamber* ini ditunjukkan oleh tabel 4 dan 5. Tabel 4 menunjukkan daftar biaya perakitan untuk *subassembly pilot*, sedangkan tabel 5 menunjukkan daftar biaya perakitan untuk *subassembly air chamber*.

Biaya perakitan ini juga meliputi biaya peralatan dan perlengkapan. Biaya peralatan dan perlengkapan ini diperoleh dari *supplier* yang menjual *subassembly pilot* dan *air chamber* pada perusahaan PT. Nayati Indonesia. Biaya perlengkapan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membuat cetakan.

Tabel 4. Daftar Biaya Perakitan *Subassembly Pilot*

Perakitan	Umur pakai (unit)	Biaya (Rupiah)	Total
Perakitan <i>subassembly pilot</i>	-	146.8	146.8
Peralatan	3000	10000	3.33
Perlengkapan ( <i>moulding</i> )	10000	55000000	5500
Total biaya perakitan			5650.13

Dari hasil perhitungan didapat total biaya perakitan untuk *subassembly pilot* adalah sebesar Rp 5650.13 per unit dan untuk *subassembly air chamber* adalah sebesar Rp 3998.70 per unit.

Tabel 5. Daftar Biaya Perakitan *Subassembly Air Chamber*

Perakitan	Umur pakai (unit)	Biaya (Rupiah)	Total
Perakitan <i>subassembly air chamber</i>	-	95.37	95.37
Peralatan	3000	10000	3.33
Perlengkapan ( <i>moulding</i> )	10000	39000000	3900
Total biaya perakitan			3998.70

## 3. Biaya overhead

Biaya *overhead* ini sebesar 5 % dari total biaya. Setelah itu, dapat dihitung besarnya total biaya manufaktur dengan menjumlahkan biaya komponen, biaya perakitan, dan biaya *overhead*. Total biaya manufaktur yang didapatkan dari hasil perhitungan untuk *subassembly pilot* adalah sebesar Rp 366712.64 per unit, sedangkan untuk *subassembly air chamber* adalah sebesar Rp 367209.89 per unit (lihat tabel 6).



Tabel 6. Total Biaya Manufaktur

Jenis biaya	Biaya (rupiah)	
	Pilot	Air chamber
Komponen	343600	345725
Perakitan	5650.13	3998.70
Total	349250.13	349723.70
Overhead	17462.51	17486.19
<b>Total biaya manufaktur / unit</b>	<b>366712.64</b>	<b>367209.89</b>

#### 4.5 Desain Ulang *Subassembly Pilot* dan *Air Chamber*

Komponen yang dimodifikasi pada perancangan ulang *subassembly pilot* ini adalah *stand pilot*, *pilot doubleflash*, *support doublecone*, *doublecone*, *nozzle pilot*, dan baut bawah. *Part pilot doubleflash* pada desain ulang ini merupakan gabungan dari *part pilot doubleflash* desain awal, *support doublecone*, dan *doublecone*. Ketiga *part* desain awal ini memiliki kelemahan yaitu memerlukan waktu perakitan yang cukup lama karena ketiga *part* ini merupakan bagian-bagian yang terpisah. Ketiga *part* tersebut dapat digabungkan menjadi satu *part* yang baru karena ketiga *part* ini terbuat dari bahan yang sama yaitu kuningan. Penggabungan ketiga *part* tersebut dilakukan dengan tidak mengubah fungsi dari masing-masing *part* sebelumnya.

*Part nozzle pilot* pada desain ulang ini merupakan gabungan dari *part nozzle pilot* desain awal dan baut bawah. *Part-part* desain awal tersebut sebelumnya merupakan bagian-bagian yang berdiri sendiri padahal *part-part* tersebut dapat digabungkan dengan tidak mengubah fungsi dari tiap *part*. Alasan penggabungan kedua *part* tersebut adalah karena kedua *part* ini memiliki kesamaan fungsi yaitu mengatur keluarnya udara yang telah dicampur dengan gas.

*Part stand pilot* pada desain ulang ini merupakan modifikasi dari *part stand pilot* desain awal. *Stand pilot* desain awal memiliki kelemahan yaitu memerlukan waktu pemotongan bahan yang lama dan bahan yang dijadikan *scrap* lebih banyak.

Desain awal *subassembly pilot* terdiri dari 18 komponen, sedangkan untuk desain usulannya terdiri dari 10 komponen, yaitu:

- *Head*
- *Ring Plat*
- *Spring*
- *Pilot Doubleflash*
- *Support Pilot*
- *Nozzle Pilot*
- *Thermocouple*
- Baut
- *Stand Pilot*
- Pipa Tembaga

Komponen yang dimodifikasi pada perancangan ulang *subassembly air chamber* ini adalah *air chamber pipe*, *air chamber bush*, *socksteam*, *knee reducing*, *fixing bush*, dan *nozzle jumbo burner*. *Part air chamber bush* pada desain ulang ini merupakan gabungan dari *part air chamber bush* desain awal dan *air chamber pipe*. *Part-part* desain awal tersebut memiliki kelemahan, yaitu memerlukan waktu perakitan yang sedikit lebih lama karena diperlukan gerakan untuk menggabungkan *part air chamber bush* dan *air chamber pipe*. Alasan penggabungan kedua *part* tersebut adalah karena kedua *part* ini terbuat dari bahan yang sama yaitu kuningan.

*Part knee reducing* pada desain ulang ini merupakan gabungan dari *part knee reducing* desain awal dan *socksteam*. Pada desain awal, kedua *part* ini terpisah satu sama lain. Alasan penggabungan kedua *part* tersebut adalah karena kedua *part* ini terbuat dari bahan yang sama yaitu kuningan dan juga penggabungan kedua *part* ini tidak mengubah fungsinya untuk menghubungkan *air chamber* dengan pipa tembaga.

*Part nozzle jumbo burner* pada desain ulang ini merupakan gabungan dari *part nozzle jumbo burner* desain awal dan *fixing bush*. *Part-part* desain awal tersebut memiliki kelemahan yaitu memerlukan waktu perakitan yang cukup lama karena perakitan *part* ini

membutuhkan waktu untuk merakit *fixing bush* pada *nozzle jumbo burner* yang sebenarnya dapat dihilangkan dengan menggabungkan kedua *part* tersebut. Alasan penggabungan kedua *part* tersebut adalah karena kedua *part* ini terbuat dari bahan yang sama yaitu kuningan dan juga untuk meminimasi jumlah *part* yang akan digunakan dalam proses perakitan.

Desain awal *subassembly air chamber* terdiri dari 14 komponen, sedangkan untuk desain usulannya terdiri dari 11 komponen, yaitu:

- *Nozzle Jumbo Burner*
- *Stand Air Chamber*
- *Knee Reducing*
- *Tensenspring*
- *Air Chamber Mixing*
- *Air Chamber Bush*
- *Air Chamber Plate*
- *Baut M-5 Hexabolt*
- *Ring Plat*
- *Ring Matahari*
- *Nut*

**4.6 Lembar Kerja Perakitan untuk Subassembly Pilot Desain Ulang Pada Kompor NGETL 10-50**

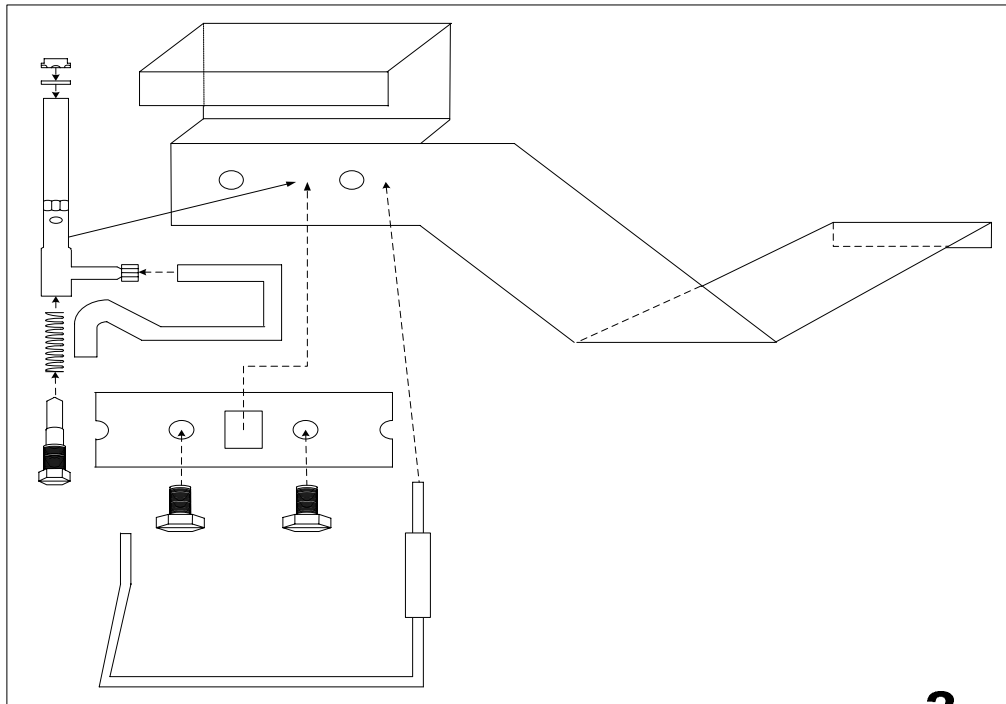
Lembar kerja perakitan untuk *subassembly pilot* desain ulang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Lembar Kerja Perakitan *Subassembly Pilot* Desain Ulang

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Name of Assembly
<i>part I.D. No.</i>	<i>number of times the operation is carried out consecutively</i>	<i>two-digit manual handling code</i>	<i>manual handling time per part</i>	<i>two-digit manual insertion code</i>	<i>manual insertion time per part</i>	<i>operation time, seconds (2)x[(4)+(6)]</i>	<i>operation cost, 0.87x(7)</i>	<i>figures for estimation of theoretical minimum parts</i>	<b>Subassembly Pilot</b>
<i>Subassembly 1: Gabungan part no. 1-5</i>									
1	1	30	1.95	00	1.5	3.45	3.002	1	<i>Pilot doubleflash</i>
2	1	09	2.98	06	5.5	8.48	7.378	1	<i>Ring plat</i>
3	1	17	3.06	00	1.5	4.56	3.967	0	<i>Head</i>
	1					1	0.87	-	Membalikkan posisi rakitan
4	1	03	1.69	00	1.5	3.19	2.775	1	<i>Spring</i>
5	1	10	1.5	38	6	7.5	6.525	1	<i>Nozzle pilot</i>
	1					1	0.87	-	Membalikkan posisi rakitan
	1					1	0.87	-	Meletakkan hasil rakitan
<i>Assembly :Rakitan akhir</i>									
6	1	30	1.95	06	5.5	7.45	6.482	1	<i>Stand pilot</i>
7	1	30	1.95	06	5.5	7.45	6.482	-	Menggabungkan gabungan part no.1-5 dengan <i>stand pilot</i>
8	1	30	1.95	06	5.5	7.45	6.482	1	<i>Thermocouple</i>
9	1	30	1.95	06	5.5	7.45	6.482	1	<i>Support pilot</i>
10	2	11	1.8	38	6	15.6	13.57	0	Baut
11	1	30	1.95	02	2.5	4.45	3.872	1	Pipa tembaga
						80.03	69.63	8	<i>design efficiency = 3 x NM/TM = 0.3</i>
						TM	CM	NM	

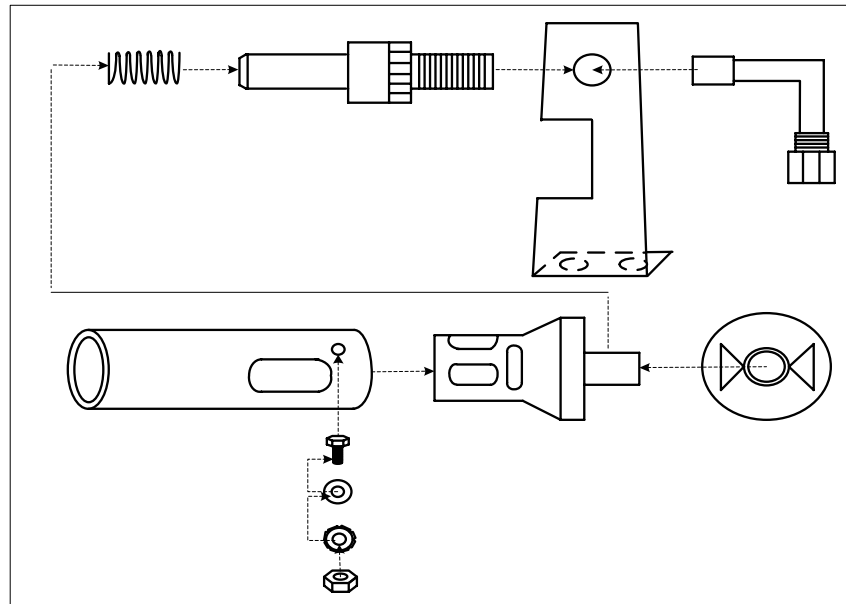
**4.7 Proses Perakitan dari Subassembly Pilot dan Air Chamber Desain Ulang**

Untuk lebih memahami proses perakitan *subassembly pilot* dan *air chamber* pada desain ulang, maka akan dijelaskan melalui gambar. Gambar urutan perakitan *subassembly pilot* dan *air chamber* ini ditunjukkan oleh gambar 3 dan 4. Angka-angka yang terdapat pada gambar tersebut menunjukkan urutan perakitan dari masing-masing part.



Gambar 3. Urutan Perakitan *Subassembly Pilot* Desain Ulang

2  
1



Gambar 4. Urutan Perakitan *Subassembly Air Chamber* Desain Ulang

5

9

4

#### 4.8 Perhitungan Biaya-biaya Manufaktur Desain Ulang

Biaya-biaya manufaktur terdiri dari tiga kategori biaya, yaitu biaya komponen-komponen, biaya perakitan, dan biaya *overhead*. Biaya *overhead* yang diperoleh adalah sebesar 5 % dari biaya langsung. Dengan proses perhitungan biaya-biaya manufaktur yang sama maka diperoleh hasil sebagai berikut :

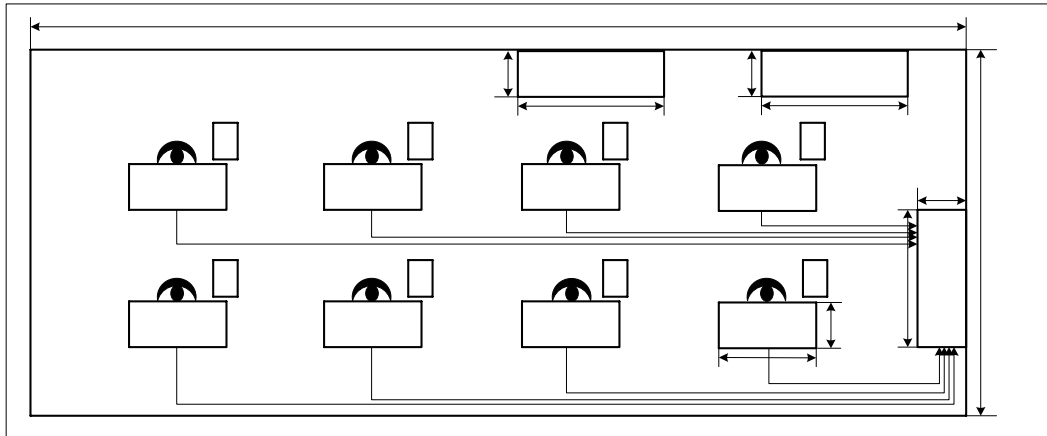
- total biaya komponen untuk *subassembly pilot* desain ulang adalah sebesar Rp 301800 per unit dan untuk *subassembly air chamber* desain ulang adalah sebesar Rp 303975 per unit.
- biaya perakitan untuk satu unit *subassembly pilot* desain ulang adalah sebesar Rp 69.63, sedangkan biaya perakitan untuk satu unit *subassembly air chamber* desain ulang adalah sebesar Rp. 62.74.
- total biaya perakitan untuk *subassembly pilot* desain ulang adalah sebesar Rp 4472.96 per unit dan untuk *subassembly air chamber* desain ulang adalah sebesar Rp 3766.07 per unit.
- total biaya manufaktur yang didapatkan dari hasil perhitungan untuk *subassembly pilot* desain ulang adalah sebesar Rp 321586.61 per unit, sedangkan untuk *subassembly air chamber* desain ulang adalah sebesar Rp 323128.13 per unit.

Tabel 8. Total Biaya Manufaktur Desain Ulang

Jenis biaya	Biaya (rupiah)	
	Pilot	Air chamber
Komponen	301800	303975
Perakitan	4472.96	3766.07
Total	306272.96	307741.07
Overhead	15313.65	15387.05
<b>Total biaya manufaktur / unit</b>	<b>321586.61</b>	<b>323128.13</b>

#### 4.9 Layout Departemen Perakitan Pada Kompur NGETL 10-50 Sistem Sekarang

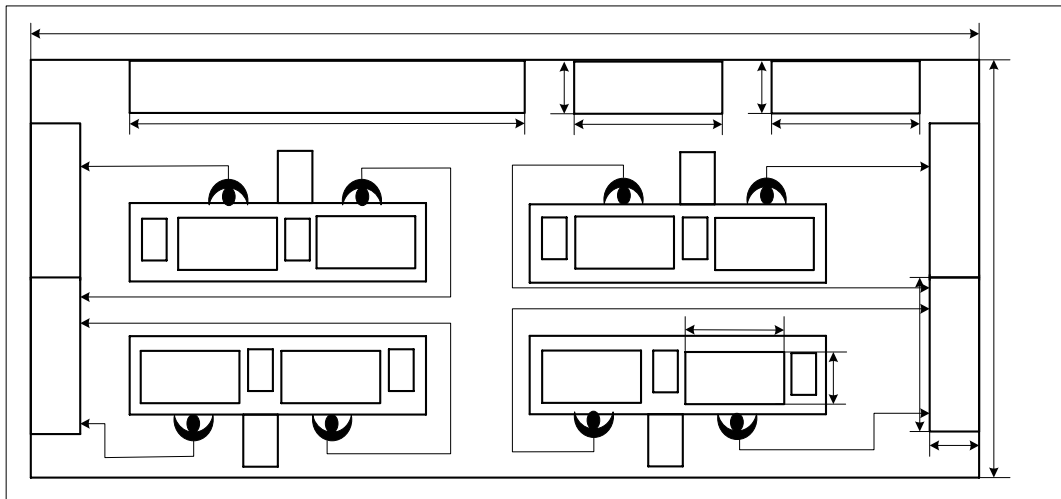
*Layout* perakitan kompor NGETL 10-50 pada sistem sekarang ditunjukkan oleh gambar 5. Pada *layout* sistem sekarang ini terdapat banyak ruang kosong yang seharusnya dapat digunakan untuk meletakkan komponen-komponen lainnya yang mendukung proses perakitan, adanya komponen (*grill*) yang tidak efisien sehingga waktu untuk merakit kompor NGETL 10-50 menjadi lebih lama, dan tidak adanya meja yang digunakan untuk merakit kompor NGETL 10-50 sehingga proses perakitan dilakukan di lantai.



Gambar 5. *Layout* Perakitan Pada Kompor NGETL 10-50 Sistem Sekarang

**4.10 Layout Departemen Perakitan Pada Kompor NGETL 10-50 Sistem Usulan**

*Layout* perakitan kompor NGETL 10-50 pada sistem usulan ditunjukkan oleh gambar 6. Pada sistem usulan ini dilakukan penambahan meja komponen dan peletakan komponen *grill* lebih dekat dengan stasiun perakitan untuk mempersingkat waktu *transport*. Sistem kerja usulan ini menggunakan meja untuk merakit kompor NGETL 10-50 sehingga proses perakitan dilakukan di atas meja perakitan. Penggunaan meja ini akan mengatasi masalah yang dapat berdampak buruk pada kesehatan pekerja yang melakukan proses perakitan.



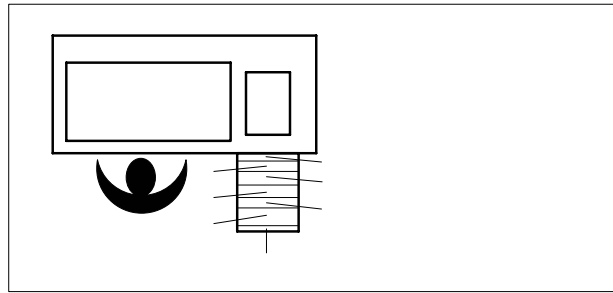
Gambar 6. *Layout* Perakitan Pada Kompor NGETL 10-50 Sistem Usulan

**4.11 Layout Stasiun Kerja Perakitan Pada Kompor NGETL 10-50 Sistem Usulan**

Untuk lebih menjelaskan perubahan *layout* yang dilakukan pada sistem usulan, maka digambarkan *layout* stasiun kerja perakitan kompor NGETL 10-50 sistem usulan secara lebih detail. *Layout* stasiun kerja perakitan kompor NGETL 10-50 pada sistem usulan ditunjukkan oleh gambar 7.

Body kor  
NGETL 1

Body kor  
NGETL 1



Gambar 7. Layout Stasiun Kerja Perakitan Kompor NGETL 10-50 Sistem Usulan

## 5. Analisis

Performansi proses perakitan *subassembly pilot* dan *air chamber* desain awal adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Performansi *Subassembly Pilot* dan *Air Chamber* Desain Awal

Kriteria	<i>Pilot</i>	<i>Air chamber</i>
Jumlah <i>part</i>	18 buah	14 buah
Total waktu perakitan per produk	168.7 detik	109.6 detik
Total biaya perakitan per produk	Rp 146.8	Rp 95.37
Jumlah <i>part</i> minimum teoritis	9 buah	7 buah
<i>Design efficiency</i>	16%	19.16%
Total biaya manufaktur	Rp 366712.64	Rp 367209.89

Perancangan ulang *subassembly pilot* yang dilakukan adalah dengan memodifikasi *stand pilot* dan menghilangkan bagian *support pilot 1* sehingga mengurangi *part double M-5*, *ring matahari*, *ring plat*, dan *nut*; modifikasi dilakukan pada bagian *doublecone*, *support doublecone*, dan *pilot doubleflash*. Ketiga bagian ini dapat dimodifikasi menjadi satu karena terbuat dari bahan yang sama; dan modifikasi dilakukan pada bagian *nozzle pilot* dan *baut bawah*. Penggabungan kedua bagian ini dilakukan karena kedua bagian ini memiliki fungsi yang sama yaitu untuk mengatur keluarnya udara yang telah dicampur dengan gas.

Sedangkan perancangan ulang *subassembly air chamber* yang dilakukan adalah dengan menghilangkan komponen *socksteam* dan memodifikasi komponen *knee reducing*; komponen *air chamber pipe* dengan *air chamber bush* dapat digabungkan menjadi satu dengan melakukan modifikasi *part* karena terbuat dari bahan material yang sama; dan menghilangkan komponen *fixing bush* dan memodifikasi komponen *nozzle jumbo burner*.

Performansi proses perakitan *subassembly pilot* dan *air chamber* desain ulang adalah sebagai berikut:

Tabel 10

Performansi *Subassembly Pilot* dan *Air Chamber* Desain Ulang

Kriteria	<i>Pilot</i>	<i>Air chamber</i>
Jumlah <i>part</i>	10 buah	11 buah
Total waktu perakitan per produk	80.03 detik	94.81 detik
Total biaya perakitan per produk	Rp 69.63	Rp 62.74
Jumlah <i>part</i> minimum teoritis	8 buah	7 buah
<i>Design efficiency</i>	30%	22%
Total biaya manufaktur	Rp 321586.61	Rp 323128.13

Perancangan *layout* pada stasiun perakitan yang dilakukan adalah dengan menambahkan meja komponen, meletakkan komponen *grill* lebih dekat dengan stasiun perakitan, dan menambahkan meja untuk merakit kompor NGETL 10-50 sehingga proses perakitan dilakukan di atas meja perakitan.

## 6. Kesimpulan

Metode Boothroyd-Dewhurst terbukti secara efektif dapat meningkatkan performansi perakitan. Performansi dari desain usulan *subassembly pilot* dan *air chamber* lebih baik daripada desain awal. Perubahan performansi yang terjadi adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Perubahan Performansi yang Terjadi Dengan Adanya Desain Ulang *Subassembly Pilot* dan *Air Chamber*

Kriteria	<i>Pilot</i>		<i>Air Chamber</i>	
	Perubahan Performansi	Persentase	Perubahan Performansi	Persentase
Total waktu perakitan	Pengurangan	52.56%	pengurangan	13.49%
Jumlah produk yang dapat dirakit per hari	Peningkatan	52.50%	peningkatan	13.49%
Total biaya perakitan	Pengurangan	52.56%	pengurangan	34.21%
Jumlah <i>part</i> berdasarkan jumlah minimum teoritis	Pengurangan	88.89%	pengurangan	42.86%
Jumlah <i>part</i> berdasarkan jumlah komponen total	Pengurangan	44.44%	pengurangan	21.43%
<i>Design Efficiency</i>	Peningkatan	14%	peningkatan	2.84%

## Daftar Pustaka

- Boothroyd, G. And Dewhurst, P. 1996, *Design for Assembly*, Boothroyd Dewhurst Inc., Wakefield.
- Boothroyd, G. And Dewhurst, P. 1991, *Product Design for Assembly*, Boothroyd Dewhurst Inc., Wakefield.
- Boothroyd, G. And Dewhurst, P. (22 Maret 2004). *Design for Assembly-Boothroyd Dewhurst DFMA Software*. [Online]. Available : [http : // www.cen.uiuc.edu/](http://www.cen.uiuc.edu/).
- Kristyanto, Bernadus dan Dewa, Kartika S.P. 1999, 'Kontribusi ergonomi untuk rancangan perakitan', *Jurnal Teknologi Industri*, vol.III, no.1, h.47-62.
- Magrab, Edward B. 1997, *Integrated Product and Process Design and Development*, CRC Press, New York.
- Randolph, John.D. (22 Maret 2004). *Design for Assembly*. [Online]. Available : [http : // www.home.alltel.net/johnrandolph/design%20for%20assembly.htm](http://www.home.alltel.net/johnrandolph/design%20for%20assembly.htm).
- Shina, Sammy G.1994, '*Successful Implementation of Concurrent Engineering Products and Process*', International Thomson Publishing Inc., United States of America.
- Stoll, Henry W.1990, '*Managing The Design-Manufacturing Process*', McGraw-Hill International Inc., United States of America.



Sutalaksana, Iftikar Z., Anggawisastra, Ruhana, Tjakraatmadja, John H. 1979, *Teknik Tata Cara Kerja*, Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.

Ulrich, Karl T. and Eppinger, Steven D. 2001, *Product Design and Development*, McGraw-Hill International Inc., Singapore.

\_\_\_\_\_. (22 Maret 2004). *Engineering Calculations*. [Online]. Available : [http : //www.mime.eng.uldoledo.edu/design.clinic/design.expo/springolpages/2001-01-03/5.html](http://www.mime.eng.uldoledo.edu/design.clinic/design.expo/springolpages/2001-01-03/5.html).