ANALISIS *DESIGN FOR ASSEMBLY* (DFA) PADA PROTOTIPE MESIN PEMISAH SAMPAH MATERIAL FERROMAGNETIK DAN NON FERROMAGNETIK

Rifki Ilyandi[1], Dodi Sofyan Arief[2], Tekad Indra Pradana Abidin[3]
Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
[1]rifkyilyandi@gmail.com, [2]dodidarul@yahoo.com, [3]tekad.abidin@gmail.com

ABSTRACT

Design for assembly is one of systems analysis to assembling components, simultaneously, throughout the products from beginning of process design. As result, obstacles to get assembly could be minimalizing before components production. DFA analysis will be obtaining the value of efficiency on assembly. Through this way, the efficiency value of machine prototype to separating waste, both, ferromagnetic and non-ferromagnetic materials can be achieved. Furthermore, efficiency value on assembly of prototype design is 14.22% at 548.47 seconds theoretically. The efficiency value of prototype after production and assembling process on actual condition is 11.83% at 658.88 seconds. The distinction from these efficiency values is caused by difficulty on assembly of the belt roller and sub assembly of base support on motor. As consequences, the time to get assembly will take more time on actual condition rather than theoretically.

Keywords : *Design For Assembly* (DFA), *Efisiency Assembly*

1. Pendahuluan

Dalam menghasilkan sebuah produk, bahan baku yang masuk akan melalui beberapa tahap produksi yang berbeda-beda, tergantung pada desain dan fungsi daripada produk itu sendiri. Proses yang secara umum akan dilalui sebuah komponen sebelum menjadi produk jadi diantaranya adalah proses perakitan.

Proses perakitan dalam suatu perusahaan memegang peranan yang cukup penting. Hal ini terkait dengan efisiensinya yang akan berdampak pada faktor biaya perakitan, kualitas produk, tingkat penjualan hingga kapasitas produksi dari suatu perusahaan. Faktor – faktor yang bersifat sensitif tersebut akan mempengaruhi pendapatan dari suatu perusahaan.

Efisiensi proses perakitan sebuah produk dalam sebuah perusahaan tergantung pada dua hal yang saling berinteraksi, yaitu antara manusia (operator perakitan) ataupun robot (jika sistem telah terotomasi) dengan produk yang akan dirakit.[3]

Secara tradisional sikap perancang adalah "*we design it, you build it*". Yang juga diistilahkan menjadi "*over-the-wall approach*" dimana perancang duduk di salah satu sisi dinding dan melempar desain melewati dinding kepada tim manufaktur di sisi sebelahnya tanpa adanya suatu kolaborasi yang baik. Apabila dalam pelaksanaan manufakturnya terjadi suatu persoalan, baru dilakukan perbaikan desain, kemudian bila pada saat perakitan terjadi lagi persoalan maka desain diperbaiki lagi. Tentunya hal ini akan menyita waktu yang panjang sampai produk baru bisa dipasarkan.[5]

Design For Assembly (DFA) merupakan salah satu sistim perencanaan *assembling* yang akan menganalisa desain komponen maupun produk secara keseluruhan, yang dimulai dari awal proses desain, sehingga kesulitan – kesulitan perakitan dapat diminimalisir sebelum komponen di produksi. Metode ini bertujuan untuk mempermudah proses perakitan sehingga waktu proses perakitan dapat diturunkan. Dapat dikatakan bahwa DFA adalah sebagai proses pengembangan desain produk untuk mempermudah dan menekan waktu perakitan, tetapi tetap fokus pada fungsi produk itu sendiri dan keselamatan.[1]

Oleh sebab itu, sebagai produk awal diperlukan menghitung nilai efisiensi perakitan dari prototipe ini. Sehingga kedepannya dapat dilakukan pengembangan desain guna meningkatkan nilai efisiensi proses perakitannya.

Untuk menambah kemudahan perakitan perlu ditambahkan alat panduan perakitan sehingga operator dapat dengan cepat memahami *parts* mana yang akan digabungkan. Permasalahan yang ingin diteliti adalah berapa nilai efisiensi perakitan pada prototipe mesin pemisah sampah material ferromagnetik dan non ferromagnetik. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai efisiensi perakitan secara teori dan praktik pada prototipe mesin pemisah sampah material ferromagnetik dan non ferromagnetik.

2. Teori

2.1 Pengertian Perakitan

Perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Pekerjaan perakitan dimulai bila objek sudah siap untuk dipasang dan berakhir bila objek tersebut telah bergabung secara sempurna. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara

bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya[4].

Macam – macam sistem perakitan yaitu[4] :

1) Perakitan manual

Perakitan manual adalah perakitan yang proses operasinya dikerjakan secara konvensional atau menggunakan tenaga manusia dengan peralatan yang sederhana tanpa alat-alat bantu yang spesifik atau khusus.

2) Perakitan Otomatis

Perakitan otomatis adalah perakitan yang dikerjakan dengan sistem otomatis seperti otomasi, elektronik, mekanik, gabungan mekanik dan elektronik (mekatronik), dan membutuhkan alat bantu yang lebih khusus.

2.2 *Design For Assembly* (DFA)

Design For Assembly (DFA) merupakan salah satu metoda perencanaan *assembling* yang akan menganalisa desain komponen maupun produk secara keseluruhan, yang dimulai dari awal proses desain, sehingga kesulitan – kesulitan perakitan dapat diminimalisir sebelum komponen di produksi

Proses *manual assembly* dibagi dalam dua bagian,[2] yaitu :

1) Handling (acquiring, orienting and moving the part)

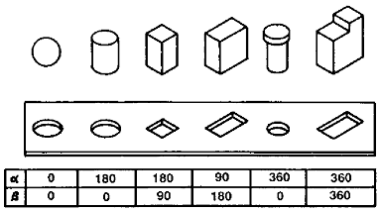
2) Insertion dan Fastening

2.2.1 Manual Handling

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses *manual handling*[2] yaitu :

1) Effect of Part Symmetry On Handling Time

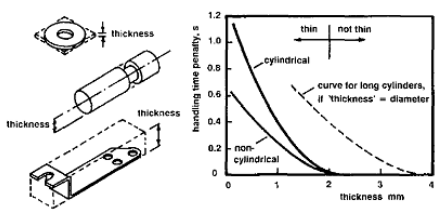
Merupakan simetri putar dari *part* pada sumbu tegak lurus (α) atau sejajar (β) sumbu *insertion*.



Gambar 2.1 Simetri Putar dari Beberapa *Part*

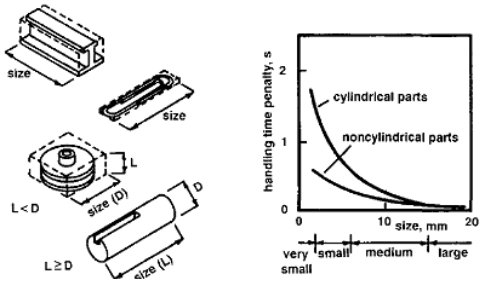
2) Effect Of Part Thickness and Size On Handling Time.

Thickness merupakan panjang sisi terpendek yang membungkus sebuah *part*.



Gambar 2.2 Efek Thickness

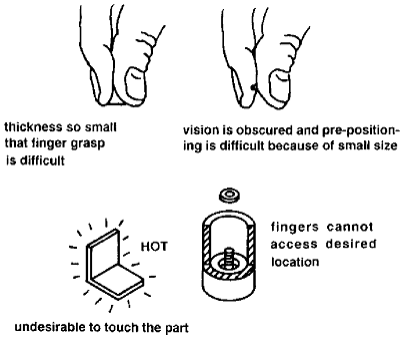
size merupakan panjang sisi terpanjang yang membungkus sebuah *part*.



Gambar 2.3 Efek *Size*

3) Ukuran *part*

Part yang terlalu kecil atau terlalu besar sehingga membutuhkan peralatan khusus untuk *handling*. Ini akan mempengaruhi waktu *handling.*



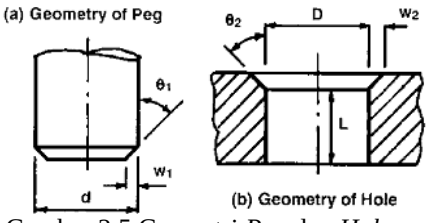
Gambar 2.4 Efek Ukuran *Part*

2.2.2 Manual Insertion

Beberapa faktor yang mempengaruhi waktu *manual insertion*[2] yaitu :

1) Effect Of Chamfer Design On Insertion Operations

Dua operasi *assembly* secara umum yaitu *insertion* pasak (shaft) yang dimasukkan ke sebuah lubang dan penempatan dari sebuah *part* yang berlubang dimasukkan ke pasak. *Chamfer* pada pasak lebih efektif dalam mengurangi waktu *insertion* daripada *chamfer* yang sama pada lubang.



Gambar 2.5 Geometri *Peg* dan *Hole*

2) Effect Of Holding Down

Holding down dibutuhkan ketika *part* tidak stabil setelah proses *insertion* atau selama operasi berikutnya. Hal ini didefinisikan sebagai suatu proses mempertahankan posisi dan orientasi/arah dari *part* yang telah ditempatkan atau telah di *insertion* selama proses berikutnya.

2.2.3 Tabel Matrik Boothroyd-Dewhusrt

Berdasarkan percobaan – percobaan oleh Boothroyd-Dewhusrt dari seluruh hambatan dan kesulitan tersebut, didapatkan nilai dari beberapa kombinasi kondisi dan disusun kedalam bentuk tabel matrik *manual handling* (Tabel 3.2) dan *manual insertion* (Tabel 3.3).

2.2.4 Efisiensi Perakitan

Untuk menghitung nilai efisiensi perakitan dari suatu produk dapat menggunakan persamaan berikut[1] :

$$E_{ma} = \frac{N_{min} \cdot t_a}{t_{ma}} \qquad (2.1)$$

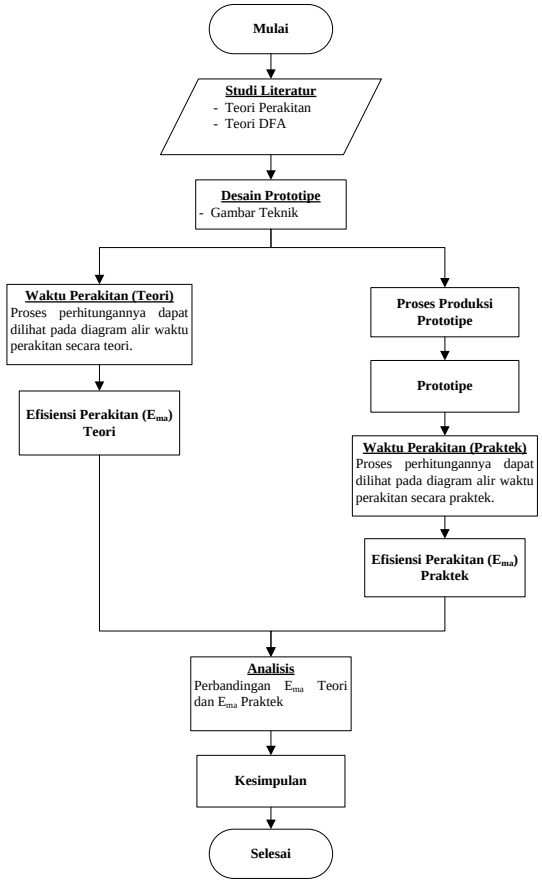
Keterangan :

N_{min} = *Theoretical minimum number of parts*
t_a = *Basic assembly time for one part* (3s)
t_{ma} = *Estimated time to complete*

3. Metode

3.1 Diagram Alir Penelitian

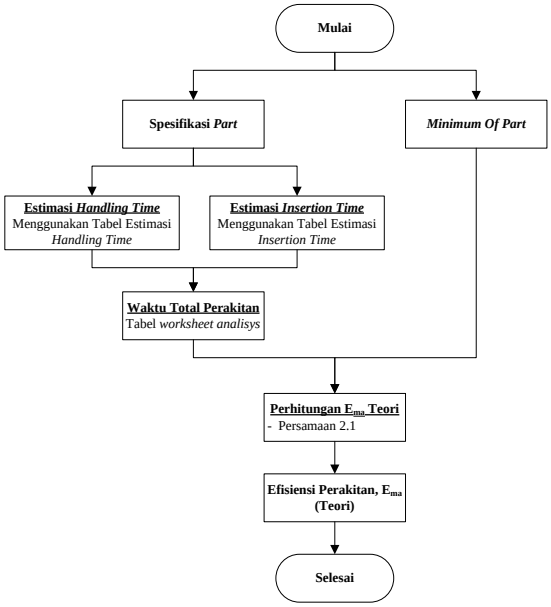
Pada Gambar 3.1 dapat dilihat diagram alir penelitian yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang diinginkan, maka penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap yaitu :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1.1 Perhitungan Estimasi Waktu Perakitan Secara Teori

Langkah – langkah perhitungan estimasi waktu perakitan secara teori dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Alur Estimasi Waktu Perakitan Secara teori

Untuk menentukan estimasi waktu total perakitan (t_{ma}), pertama harus menentukan estimasi waktu perakitan per *part* menggunakan tabel estimasi waktu perakitan setiap *part*. Setelah itu, waktu perakitan setiap *part* yang dimasukkan kedalam tabel *worksheet analisys*.

Tabel 3.1 *Worksheet analisys*[2]

Items Name	*Number of item (RP)*	*Handling Code*	*Handling Time (TH)*	*Insertion Code*	*Insertion Time (TI)*	*Total Time (s) (RP)*(TH+TI)*	*Min. Part*	
Total								

Beberapa penjelasan mengenai Tabel 3.1 sebagai berikut :

a. *Number of items* (RP)

Number of items merupakan jumlah dari *part* yang sama.

b. Handling code

Handling code merupakan dua digit angka yang digunakan untuk menentukan waktu *handling* pada tabel estimasi *handling time* Lampiran 2a. Penentuan *handling code* ini tergantung pada spesifikasi yang dimiliki *part.*

c. *Handling time* (TH)

Handling time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk penanganan (handling) dari *part*. *Handling time* ini didapatkan berdasarkan *handling code*.

d. *Insertion code*

Insertion code merupakan dua digit angka yang digunakan untuk menentukan waktu *handling* pada tabel estimasi *insertion time* pada Lampiran 2b. Penentuan *insertion code* ini tergantung kepada efek – efek yang mempengaruhi sewaktu *insertion*.

e. *Insertion time* (TI)

Insertion time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk penggabungan suatu *part* ke bagian *part* yang akan dirakit. *Insertion time* ini didapat berdasarkan *insertion code.*

f. Total time

Total time merupakan *Number of item* (RP) dikalikan dengan penambahan dari *handling time* (TH) dan *insertion time* (TI).

g. Minimum of part

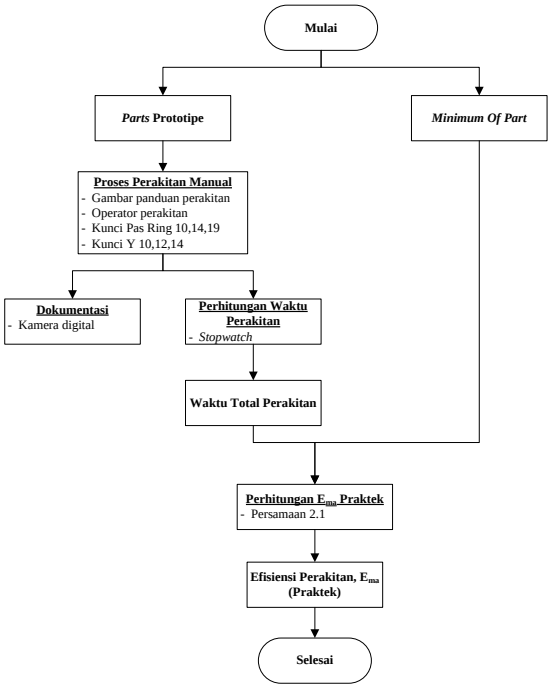
Minimum of part ini ditentukan berdasarkan salah satu ketentuan yang telah disebutkan pada teori dasar.

Nilai estimasi total perakitan dan jumlah *minimum of part* yang didapat kemudian dimasukkan ke Persamaan 2.1. sehingga nilai efisiensi perakitan untuk desain dapat diketahui.

3.1.2 Perhitungan Waktu Perakitan Secara Praktik

Setelah prototipe pada bagian produksi selesai, tahap selanjutnya adalah melakukan pengambilan nilai waktu total perakitan yang dilakukan secara praktik pada prototipe mesin pemisah sampah ferromagnetik dan non ferromagnetik. Pengambilan data ini melibatkan lima orang (operator) untuk melakukan kegiatan perakitan. Setiap operator akan diberi 3 kali kesempatan untuk melakukan kegiatan perakitan. Untuk menghitung waktu proses perakitan alat yang digunakan adalah stopwatch. Nilai waktu yang diambil adalah waktu perakitan yang terbaik dari 3 kali proses perakitan tersebut. Pada tahap ini panduan perakitan sangat diperlukan supaya operator parakitan dapat memahami dengan mudah *part* mana yang akan dirakit atau digabungkan.

Proses perhitungan waktu perakitan secara praktik dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai diagram alir perhitungan waktu perakitan secara praktik.

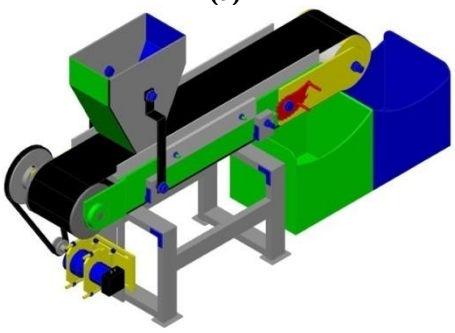


Gambar 3.3 Alur Perhitungan Waktu Perakitan Secara Praktik

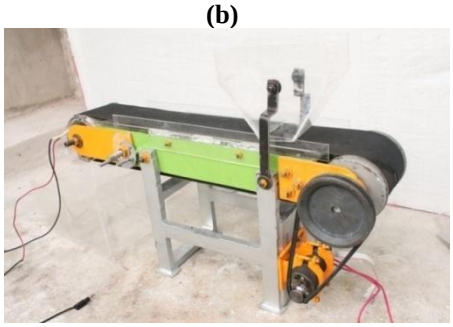
3.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang diperlukan adalah desain (Gambar 3.4a) dan prototipe (Gambar 3.4b) mesin pemisah sampah material ferromagnetik dan non ferromagnetik.

(a)



(b)



Gambar 4.3 Desain dan Prototipe

Tabel 3.2 Estimasi Waktu *Handling*.[1]

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
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Parts can be grasped and manipulated by one hand without the aid of grasping tools	$(\alpha + \beta) < 360°$	0	1.13	1.43	1.88	1.69	2.18	1.84	2.17	2.65	2.45	2.98
	$360° \le (\alpha + \beta) < 540°$	1	1.5	1.8	2.25	2.06	2.55	2.25	2.57	3.06	3	3.38
	$540° \le (\alpha + \beta) < 720°$	2	1.8	2.1	2.55	2.36	2.85	2.57	2.9	3.38	3.18	3.7
	$(\alpha + \beta) = 720°$	3	1.95	2.25	2.7	2.51	3	2.73	3.06	3.55	3.34	4

☐ ONE HAND with GRASPING AIDS

			Parts need tweezers for grasping and manipulation								Parts need standard tools other than tweezers	Parts need special tools for grasping and manipulation
			Parts can be manipulated without optical magnification				Parts require optical magnification for manipulation					
			Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)		Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)			
			Thickness >0.25 mm	Thickness ≤0.25 mm	Thickness >0.25 mm	Thickness ≤0.25 mm	Thickness >0.25 mm	Thickness ≤0.25 mm	Thickness >0.25 mm	Thickness ≤0.25 mm		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Parts can be grasped and manipulated by one hand but only with the use of grasping tools	$\alpha \le 180°$	$0 \le \beta \le 180°$	4	3.6	6.85	4.35	7.6	5.6	8.35	6.35	8.6	7	7
		$\beta = 360°$	5	4	7.25	4.75	8	6	8.75	6.75	9	8	8
	$\alpha = 360°$	$\alpha \le \beta \le 180°$	6	4.8	8.05	5.55	8.8	6.8	9.55	7.55	9.8	8	9
		$\beta = 360°$	7	5.1	8.35	5.85	9.1	7.1	9.55	7.85	10.1	9	10

☐ TWO HANDS for MANIPULATION

		Parts present no additional handling difficulties					Parts present additional handling difficulties (e.g. sticky, delicate, slippery, etc.) (1)				
		$\alpha \le 180°$			$\alpha = 360°$		$\alpha \le 180°$			$\alpha = 360°$	
		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
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Parts severely nest or tangle or are flexible but can be grasped and lifted by one hand (with the use of grasping tools if necessary) (2)	8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7

☐ TWO HANDS or assistance required for LARGE SIZE

		Parts can be handled by one person without mechanical assistance									
		Parts do not severely nest or tangle and are not flexible								Parts severely nest or tangle or are flexible (2)	Two persons or mechanical assistance required for parts manipulation
		Part weight <10 lb				Parts are heavy (>10 lb)					
		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)			
		$\alpha \le 180°$	$\alpha = 360°$	$\alpha \le 180°$	$\alpha = 360°$	$\alpha \le 180°$	$\alpha = 360°$	$\alpha \le 180°$	$\alpha = 360°$		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Two hands, two persons or mechanical assistance required for grasping and transporting parts	9	2	3	2	3	3	4	4	5	7	9

Tabel 3.3 Estimasi Waktu *Insertion*.[1]

MANUAL INSERTION–ESTIMATED TIMES (seconds)

Key:

PART ADDED but NOT SECURED

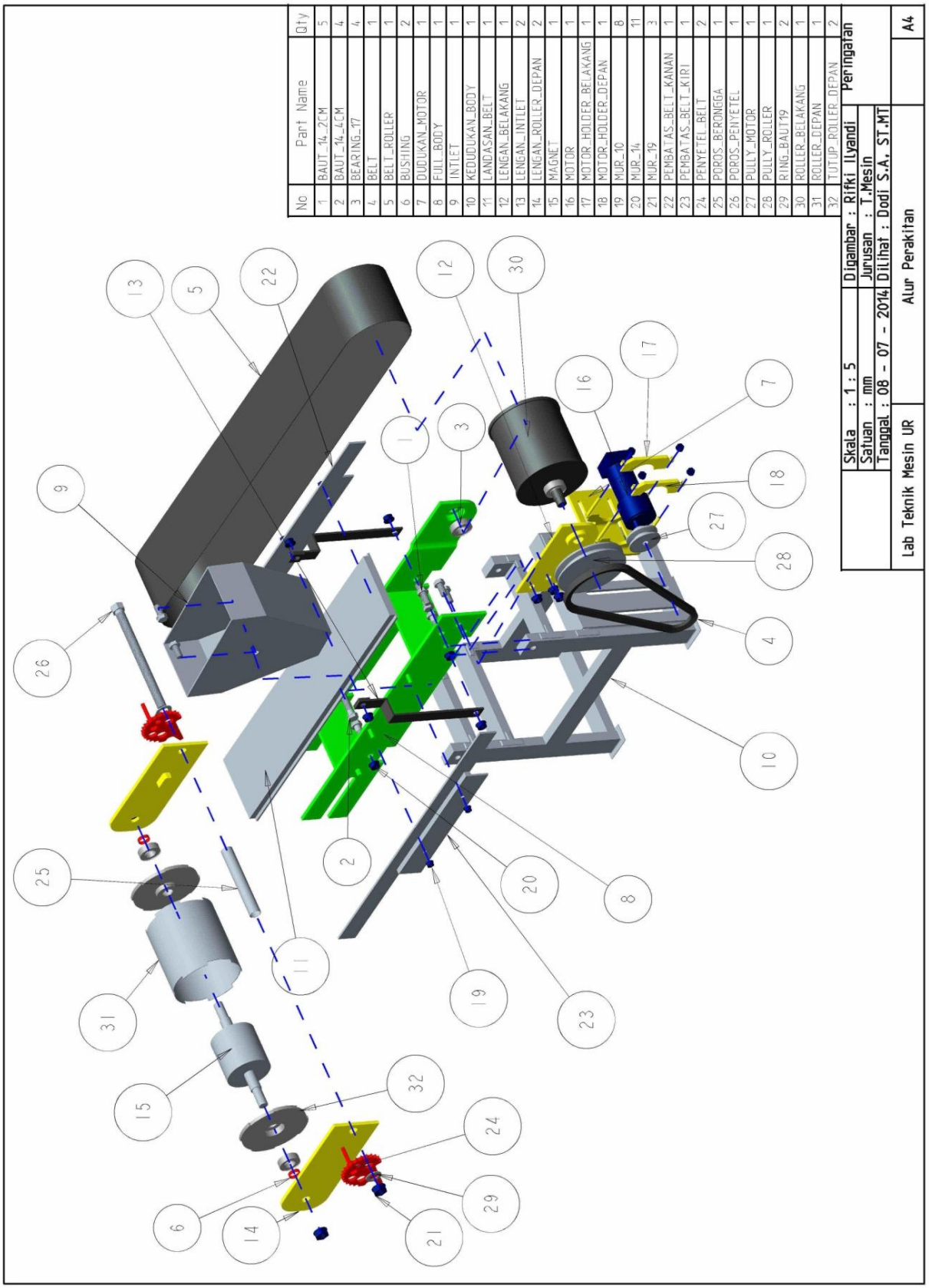
PART SECURED IMMEDIATELY

SEPARATE OPERATION

		Alter assembly no holding down required to maintain orientation and location (3)				Holding down required during subsequent processes to maintain orientation at location (3)			
		Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly		Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly	
		No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)
		0	1	2	3	6	7	8	9
Addition of any part (1) where neither the part itself nor any other part is finally secured immediately; Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location	0	1.5	2.5	2.5	3.5	5.5	6.5	6.5	7.5
Addition of any part (1) where neither the part itself nor any other part is finally secured immediately; Part and associated tool (including hands) cannot easily reach the desired location; Due to obstructed access or restricted vision (2)	1	4	5	5	6	8	9	9	10
Addition of any part (1) where neither the part itself nor any other part is finally secured immediately; Part and associated tool (including hands) cannot easily reach the desired location; Due to obstructed access and restricted vision (2)	2	5.5	6.5	6.5	7.5	9.5	10.5	10.5	11.5

		No screwing operation or plastic deformation immediately after insertion (snap/press fits, circlips, spire nuts, etc.)		Plastic deformation immediately after insertion						Screw tightening immediately after insertion	
				Plastic bending or torsion			Rivetting or similar operation				
				Easy to align and position during assembly (4)	Not easy to align or position during assembly		Easy to align and position during assembly (4)	Not easy to align or position during assembly			
		Easy to align and position with no resistance to insertion (4)	Not easy to align or position during assembly and/or resistance to insertion (5)		No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)		No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	Easy to align and position with no torsional resistance (4)	Not easy to align or position and/or torsional resistance (5)
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Addition of any part (1) where the part itself and/or other parts are being finally secured immediately; Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily	3	2	5	4	5	6	7	8	9	6	8
Addition of any part (1) where the part itself and/or other parts are being finally secured immediately; Part and associated tool (including hands) cannot easily reach desired locaton or tool cannot be operated easily; Due to obstructed access or restricted vision (2)	4	4.5	7.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	8.5	10.5
Addition of any part (1) where the part itself and/or other parts are being finally secured immediately; Part and associated tool (including hands) cannot easily reach desired locaton or tool cannot be operated easily; Due to obstructed access and restricted vision (2)	5	6	9	8	9	10	11	12	13	10	12

		Mechanical fastening processes (part(s) already in place but not secured immediately after insertion)				Non-mechanical fastening processes (part(s) already in place but not secured immediately after insertion)				Non-fastening processes	
		None or localized plastic deformatiion			Bulk plastic deformation (large proportion of part is plastically deformed during fastening)	Metallurgical processes			Chemical processes (e.g. adhesive bonding, etc.)		
		Bending or similar process	Rivetting or similar processes	Screw tightening or other processes		No additional material required (e.g. resistance, friction welding etc.)	Additional material required			Manipulation of parts or sub-assembly (e.g. orienting, fitting or adjustment of parts(s), etc.)	Other processes (e.g. liquid insertion, etc.)
							Soldering processes	Weld/braze processeses			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Assembly processes where all solid parts are in place	9	4	7	5	12	7	8	12	12	9	12


No | Part Name | Qty
1 | BAUT_14_2CM | 5
2 | BAUT_14_4CM | 4
3 | BEARING_47 | 4
4 | BELT | 1
5 | BELT_ROLLER | 1
6 | BUSHING | 2
7 | DUDUKAN_MOTOR | 1
8 | FULL_BODY | 1
9 | INTLET | 1
10 | KEDUDUKAN_BODY | 1
11 | LANDASAN_BELT | 1
12 | LENGAN_BELAKANG | 1
13 | LENGAN_INTLET | 2
14 | LENGAN_ROLLER_DEPAN | 2
15 | MAGNET | 1
16 | MOTOR | 1
17 | MOTOR_HOLDER_BELAKANG | 1
18 | MOTOR_HOLDER_DEPAN | 1
19 | MUR_10 | 8
20 | MUR_14 | 11
21 | MUR_19 | 3
22 | PEMBATAS_BELT_KANAN | 1
23 | PEMBATAS_BELT_KIRI | 1
24 | PENYETEL_BELT | 2
25 | POROS_BERONGGA | 1
26 | POROS_PENYETEL | 1
27 | PULLY_MOTOR | 1
28 | PULLY_ROLLER | 1
29 | RING_BAUT19 | 2
30 | ROLLER_BELAKANG | 1
31 | ROLLER_DEPAN | 1
32 | TUTUP_ROLLER_DEPAN | 2
Skala : 1 : 5
Satuan : mm
Tanggal : 08 - 07 - 2014
Digambar : Rifki Ilyandi
Jurusan : T.Mesin
Dilihat : Dodi S.A, ST.MT
Peringatan
Lab Teknik Mesin UR
Alur Perakitan
A4

3.3 Alat Penelitian

a) Kunci Pas Ring 10, 14 dan 19
b) Kunci Y 10, 12, 14
c) Kunci L
d) Stopwatch
e) Kamera Digital

4. Hasil

3.1 Hasil Perhitungan Estimasi Waktu dan Efisiensi Perakitan Secara Teori

Tabel hasil perhitungan estimasi waktu perakitan prototipe mesin pemisah sampah material ferromagnetik dan non ferromagnetik secara teori dapat dilihat pada Tabel 4.1. Waktu total perakitan (t_{ma}) seluruh *part* secara teori adalah 548,47 detik atau 9,14 menit dan nilai efisiensi perakitannya adalah 14,22 %.

3.2 Hasil Perhitungan Estimasi Waktu dan Efisiensi Perakitan Secara Praktek

waktu total perakitan (t_{ma}) seluruh *part* yang didapat secara praktek adalah 658,88 detik atau 10,98 menit dan nilai efisiensi perakitannya adalah 11,83 %.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Estimasi Waktu Perakitan

Items Name	***Number of item (RP)***	***Handling Code***	***Handling Time (TH)***	***Insertion Code***	***Insertion Time (TI)***	***Total Time (s) (RP)*(TH+TI)***	***Min. Part***	
1. Kedudukan *Body*	1	93	3	-	0	3	0	
2. *Body*	1	93	3	07	6.5	9.5	0	
3. Baut *body*	4	10	1.5	06	5.5	28	0	
4. Mur baut *body*	4	01	1.8	38	6	31.2	0	
5. *Bearing roller* belakang	2	00	1.13	07	6.5	15.26	2	
6. *Roller* belakang	1	10	1.5	06	5.5	7	1	
7. Lengan *roller* belakang	1	30	1.95	06	5.5	7.45	1	
8. Baut lengan belakang	3	10	1.5	06	5.5	21	0	
9. Mur baut lengan belakang	3	00	1.5	38	6	22.5	0	
10. *Pully* 4.5”	1	10	1.5	06	5.5	7	1	
11. Magnet	1	15	2.25	02	2.5	4.75	1	
12. Penutup *roller* depan (kiri)	1	10	1.8	08	6.5	8.3	1	
13. *Roller* depan	1	20	1.8	02	2.5	4.3	1	
14. Penutup *roller* depan (kanan)	1	10	1.8	08	6.5	8.3	1	
15. *Bearing* depan	2	00	1.13	07	6.5	15.26	2	
16. Bushing	2	00	1.13	00	1.5	5.26	0	
17. Lengan *roller* depan	2	30	1.95	06	5.5	14.9	0	
18. Ring poros depan	2	03	1.69	00	1.5	6.38	0	
19. Mur poros depan	2	00	1.13	38	6	14.26	0	
20. Ring poros penyetel *belt*	2	03	1.69	00	1.5	6.38	0	
21. Penyetel *belt*	2	30	1.95	00	1.5	6.9	2	
22. Poros berongga	1	00	1.13	06	5.5	6.63		
23. Poros penyetel	1	00	1.13	06	5.5	6.63	1	
24. Mur poros penyetel	1	00	1.13	38	6	7.13	0	
25. *Sub-assembly roller* depan	1	95	4	98	7	11	0	

Items Name	*Number of item (RP)*	*Handling Code*	*Handling Time (TH)*	*Insertion Code*	*Insertion Time (TI)*	*Total Time (s) (RP)*(TH+TI)*	*Min. Part*	
26. Landasan *belt*	1	20	1.8	01	2.5	4.3	1	
27. *Belt roller*	1	80	4.1	32	4	8.1	1	
28. Pembatas *belt*	2	30	1.95	06	5.5	14.9	2	
29. Mur pembetas *belt*	4	10	1.5	38	6	30		
30. Motor DC	1	10	1.5	00	1.5	3	1	
31. Motor *holder*	2	20	1.8	06	5.5	14.6		
32. Mur motor holder	4	10	1.5	38	6	30		
33. *Belt* motor	1	00	1.13	00	1.5	2.63	1	
34. Dudukan motor	1	30	1.95	07	6.5	8.45	1	
35. Baut dudukan motor	4	10	1.5	07	6.5	32	0	
36. Mur baut dudukan motor	4	10	1.5	58	10	46	0	
37. Lengan *inlet*	2	30	1.95	06	5.5	14.9	2	
38. Mur lengan *inlet* (bawah)	2	10	1.5	38	6	15	0	
39. *Inlet*	1	20	1.8	06	5.5	7.3	1	
40. Baut *inlet*	2	10	1.5	00	1.5	6	2	
41. Mur baut *inlet*	2	10	1.5	38	6	15	0	
42. *Adjusting belt roller*	1	-	-	98	9	9	0	
43. *Adjusting belt* motor	1	-	-	98	9	9	0	
Total						548.47	26	

5. Pembahasan

Terdapat perbedaan nilai efisiensi perakitan secara teori dengan nilai efisiensi perakitan secara praktek yaitu 2,39 %. Dimana nilai efisiensi perakitan secara teori adalah 14,22 % dan nilai efisiensi perakitan secara praktek adalah 11,83 %. Persentase kesamaan nilai efisiensi perakitan secara praktek dengan secara teori adalah 83,19 %. Sehingga persentase kesamaan perakitan *parts* atau *sub-assembly* yang kurang dari 83,19 % akan dianggap menjadi penyebab perbedaan nilai efisiensi ini.

Pada perbandingan waktu teori dan praktek terdapat dua persentase kesamaan waktu perakitan yang di bawah 83,19 % yaitu perakitan *belt roller* dan perakitan *sub-assembly* dudukan motor. Waktu perakitan secara praktek untuk perakitan *belt roller* yaitu 31,35 detik lebih besar daripada waktu total perakitannya secara teori yaitu 8,10 detik. Dengan selisih waktu 23,25 detik. Perbedaan waktu perakitan *belt roller* dengan waktu perakitan secara teorinya disebabkan oleh *belt* terlalu sempit ketika dirakit, karena tidak adanya *space* antara *belt* dengan kedua *roller* ketika proses penyetelan belum dilakukan atau saat lengan *roller* depan pada posisi awal, sehingga membutuhkan waktu yang lebih dari pada waktu teorinya. Perakitan *belt roller* dapat dilhat pada Gambar 4.1.

Gambar 5.1 Perakitan *Belt* Roller

Waktu perakitan secara praktek untuk perakitan *sub-assembly* dudukan motor yaitu 155.06 detik lebih besar daripada waktu total perakitannya secara teori yaitu 98.08 detik. Dengan selisih waktu 56,98 detik. Perbedaan yang kedua ini disebabkan oleh sulit/sempitnya akses serta keterbatasan pandangan pada saat proses *insertion*

baut, pengencangan mur dan proses penyetelan *belt* motor. Perakitan kedudukan motor dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Gambar 5.2 Perakitan Kedudukan Motor

6. Simpulan

Berdasarkan hasil dari analisis *design for assembly* (DFA) prototipe mesin pemisah sampah material ferromagnetik dan non ferromagnetik, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1) Nilai efisiensi perakitan secara teori prototipe mesin pemisah sampah material ferromagnetik dan non ferromagnetik adalah 14,22 %.
2) Nilai efisiensi perakitan secara praktek prototipe mesin pemisah sampah material ferromagnetik dan non ferromagnetik adalah 11,83%.

Daftar Pustaka

[1] Boothroyd, G. 2005. *Assembly Automation and Product design*. Second Edition. Wakefield.

[2] Dekker M, 2002. *Manufacturing Engineering And Materials Processing*. Marcel Dekker Inc. New York.

[3] Kristyanto dan Dewa SP, 1999. Kontribusi Ergonomi untuk Rancangan Perakitan. Jurnal Teknologi Industri 3(1) : 47-62.

[4] Suhdi,2009. Teori Dasar Perakitan. http://suhdi. wordpress.com/2009/01/31/teori-dasar-perakitan/. diakses pada 12 Juni 2014.

[5] Yusri, 2008. *Penerapan Design for Assembly (DFA) untuk mereduksi biaya produksi suatu produk*, Politeknik Negeri Padang.