

# DESAIN MESIN GERGAJI *PORTABLE* UNTUK PEMBUAT KAYU GERGAJIAN DARI BATANG KELAPA SAWIT DENGAN PENDEKATAN *DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY* (DFMA)

Handri Gustiar<sup>1</sup>, Yohanes<sup>2</sup>

Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>1</sup>handri601@gmail.com, <sup>2</sup>yohanes\_tmesin@yahoo.com

## **Abstract**

*Oil palm trees wood are no longer productive after 25 year old, and will be cut down in the form of wooden logs. Wooden logs of oil palm are left piled on the land and into the waste oil palm trunk, so the need for a study on the design of the portable sawing machine to cultivate oil palm logs into sawn timber. This study aimed to obtain design parameters, the design of the portable chainsaw, and the application of appropriate technology. The method used in this study is that, in the selection of the design can be obtained by using software engineering drawings and researchers will choose a design with DFMA methods. The design process is conducted in 5 stages by identifying design flaws and fix them to get the best design, after the design is obtained then calculated the total assembly time using a table of manual handling time, and table of manual insertion time is calculated, and the efficiency of assembly is also calculated. Results from this study is a final design sawing machinesawn timbermaker of portable oil palm trunks which has 2 working principle is to use thrust force and using crank torque as the driving force. The total value is 295,2 seconds assembly time and the efficiency of the assembly 4,06%. It can be concluded that the design obtained has an easy manufacturing and assembling process.*

**Keywords:** *DFMA, Total Assembly Time, Assembly Efficiency.*

## **1. Pendahuluan**

Di Indonesia proses pembuatan kayu gergajian dimulai pada saat dilakukan penebangan pohon di hutan atau di kebun yang menggunakan mesin gergaji (*Chainsaw*) sebagai pemotong. Hasil dari penebangan batang pohon biasa disebut kayu gelondongan, kemudian kayu gelondongan dibawa keluar tempat penebangannya ke tepi jalan, maka kayu gelondongan akan dibawa ke pabrik pengolahan kayu gelondongan yang biasa disebut *sawmill*, di *sawmill* kayu gelondongan akan diproses menjadi kayu gergajian .

Di Riau kebun sawit menjadi unggulan pertama untuk jenis perkebunan, menurut Prof. Dr. Almasdi Syahza, S.E., M.P, perkebunan kelapa sawit di Propinsi Riau berkembang sangat pesat, yakni tahun 2013 telah mencapai luas 2.372.402 ha dengan produksi tandan buah segar (TBS) sebanyak 43.065.918 ton dan luas perkebunan kelapa sawit rakyat mencapai 56% [1]. Pohon kelapa sawit yang tidak lagi produktif yang telah berumur 25 tahun akan ditebang dan dilakukan penanaman kembali, hasil dari penebangan pohon kelapa sawit ialah kayu gelondongan kelapa sawit. Kayu gelondongan kelapa sawit yang telah dipotong dibiarkan bertumpukan dilahan dan menjadi limbah batang kelapa sawit, sehingga menyebabkan beberapa masalah yaitu mengurangi lahan, mengganggu proses pemanenan, mengganggu proses transportasi buah sawit, dan tempat berkembang biaknya hama. Kayu gelondongan kelapa sawit yang dianggap limbah tersebut dapat diolah menjadi kayu gergajian yang nantinya kayu gergajian dari batang kelapa sawit

dapat diproses menjadi pagar, dan melalui proses yang lebih lanjut dapat diproduksi menjadi papan komposit, produk kayu laminasi, dan bahan baku kayu lapis yang bermanfaat bagi masyarakat. Untuk membuat kayu gelondongan kelapa sawit menjadi kayu gergajian ada beberapa hal yang menjadi permasalahan, yaitu sulitnya membawa kayu gelondongan kelapa sawit keluar dari kebun ke tepi jalan, biaya transportasi dari kebun ke *sawmill*, dan biaya untuk pengolahan kayu gelondongan kelapa sawit menjadi kayu gergajian di *sawmill*. Dengan adanya permasalahan tersebut salah satu solusinya adalah dengan alat yang akan dirancang, peneliti akan mempersingkat proses pembuatan kayu gergajian dari tebang, angkut keluar hutan atau kebun, transportasi ke *sawmill*, pemrosesan di *sawmill* (pembuatan kayu gergajian), menjadi tebang dan kayu gelondongan langsung diproses menjadi kayu gergajian di hutan atau di kebun, sehingga memudahkan para pekerja untuk melakukan pengangkutan keluar dari tempat penebangan ke tepi jalan angkutan dan proses bongkar muat pada bak truk lebih efektif serta lebih ekonomis karena kayu gelondongan tidak perlu dibawa ke *sawmill* untuk diproses menjadi kayu gergajian. Akan tetapi proses ini memerlukan mesin gergajian kayu yang dapat dibawa ke lokasi penebangan. Berdasarkan pemaparan di atas perlu adanya sebuah memodifikasi *chainsaw* dan mendesainnya menjadi sebuah unit mesin *portable* yang bisa digunakan untuk pembuatan kayu gergajian.

Dalam hal memodifikasi *chainsaw* dan mendesainnya menjadi sebuah unit mesin

*portable* yang dapat membuat kayu gergajian perlu dilakukan kajian mengenai desainnya dengan pendekatan DFMA, DFMA bertujuan untuk menentukan desain produk yang dapat meningkatkan kualitas produk dan memudahkan proses perakitan [2].

Pembuatan desain bertujuan untuk memperoleh parameter-parameter desain dan merealisasikan penerapan teknologi tepat guna yang berguna bagi masyarakat untuk pengolahan limbah batang kelapa sawit.

## 2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu :

### 2.1 Tahap studi literatur

Tahap ini merupakan tahapan belajar dan pendalaman konsep yang berkaitan dengan materi penelitian yang berasal dari jurnal penelitian, buku-buku dan situs-situs internet.

### 2.2 Parameter-parameter desain

Ini merupakan tahap dimana dilakukannya pencarian parameter desain yang diperoleh dari tahap studi literature dan observasi di lapangan.

### 2.3 Konsep desain

Merupakan sebuah tahap untuk membuat dan memilih beberapa konsep desain dalam bentuk model desain.

### 2.4 Observasi lapangan

Tahap ini merupakan tahapan dilakukannya observasi ke lapangan untuk pengamatan terhadap *chainsaw* yang nantinya akan didesain untuk pembuatan kayu gergajian dari batang kelapa sawit.

### 2.5 Desain mesin gergaji yang *portable*

Pada tahap ini dimana design mesin gergaji yang *portable* pembuat kayu gergajian dari batang kelapa sawit akan dibuat yang nantinya akan dipergunakan untuk pembuatan kayu gergajian dari batang kelapa sawit dengan metode DFMA. DFMA adalah pendekatan yang digunakan untuk merancang produk yang berkualitas maksimum dan berbiaya minimum. DFMA adalah metode yang menekankan pada perkembangan desain ke arah bentuk yang paling sederhana tanpa meninggalkan keinginan pasar dan fungsionalitas produk. Bentuk desain yang paling sederhana berarti waktu pengerjaan yang paling singkat sehingga biaya bisa minimum. DFMA adalah metode yang baik untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi waktu perakitan dan biaya pembuatan produk. Dengan penerapan metode DFMA, desain yang digunakan dikategorikan efektif dan efisien dari sisi waktu dan biaya komponen. [3]

### 2.6 Review

Ialah tahap dimana peneliti akan kembali merevisi desain gambar apakah sudah sesuai

dengan fungsinya dan efektivitas kegunaannya dilapangan.

### 2.7 Menyiapkan alat dan bahan

Tahap ini merupakan tahap dimana alat dan bahan akan disiapkan untuk pembuatan mesin gergaji yang *portable*.

### 2.8 Pembuatan mesin gergaji yang *portable*

Tahap ini akan dibuat mesin gergaji yang *portable* untuk pembuatan kayu gergajian setelah dilakukan *design* dan persiapan alat dan bahan telah selesai.

### 2.9 Assembly

Ialah sebuah tahap yang dimana setelah semua part mesin dibuat setelah itu dilakukan perakitan yang sesuai dengan perancangan alat.

### 2.10 Running

Adalah proses yang dimana mesin gergaji untuk pembuatan kayu gergajian dari batang sawit yang *portable* akan diuji dan diamati perakitan dan operasi mesin. Setelah running akan dibuat tabulasi mengenai pengamatan pada saat dilakukan perakitan dan operasi.

### 2.11 Review

Adalah sebuah tahap setelah running untuk mengkaji apakah mesin gergaji untuk pembuatan kayu gergajian dari batang sawit yang *portable* mudah untuk dirakit dan berfungsi dengan baik.

### 2.12 Pengambilan dan pengolahan data

Tahap ini akan dilakukan pengambilan dan pengolahan data dengan metode DFM dan DFA dengan mempertimbangkan cara operasi, cara pemasangan, waktu pemasangan, dan biaya.

### 2.13 Hasil dan pembahasan

Pada tahap ini akan membahas hasil dan pembahasan tentang mesin gergaji untuk pembuatan kayu gergajian yang *portable* yang telah dirancang.

### 2.14 Tahap kesimpulan dan saran

Tahap ini merupakan kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

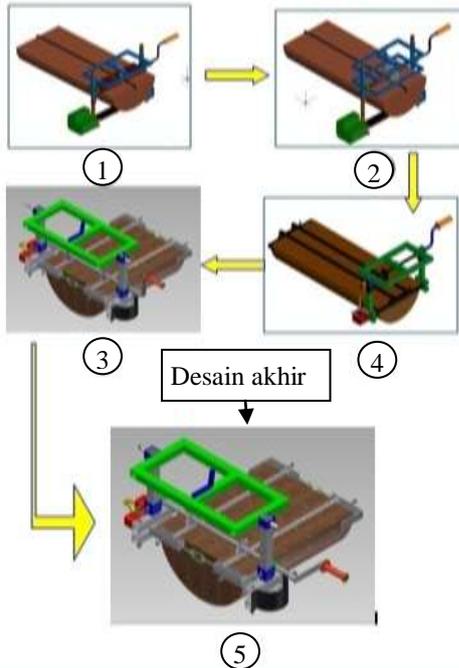
## 3. Hasil

### 3.1 Proses Desain

Dalam melakukan proses desain dapat diperoleh dengan melakukan kajian dan penggambaran menggunakan *software* gambar teknik mengenai mesin gergaji pembuat kayu gergajian dari batang kelapa sawit yang *portable* dan peneliti akan melakukan proses desain dengan menggunakan metode DFMA. Adapun tahapan proses desain adalah: (Lihat Gambar 1)

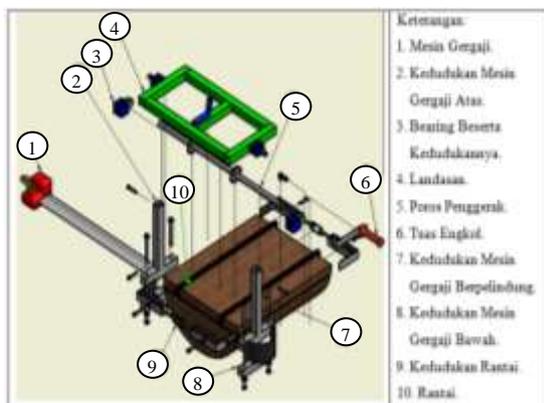
Desain mesin yang akan dibuat nantinya akan memiliki dua prinsip kerja yaitu:

1. Mesin *portable* pembuat kayu gergajian dari batang kelapa sawit dioperasikan dengan memberikan gaya dorong pada landasan yang dimana rantai gergaji *chainsaw* yang melakukan gerak *feeding* kearah horizontal seiring dilakukan dorongan pada landasan.
2. Mesin *portable* pembuat kayu gergajian dari batang kelapa sawit dioperasikan menggunakan tuas engkol yang diputar yang menggerakkan *sprocket*, maka *sprocket* akan bergerak sesuai dengan arah rantai dan rantai gergaji *chainsaw* akan melakukan gerak *feeding* kearah horizontal seiring diputarnya tuas engkol.



Gambar 1. Proses Desain

Adapun komponen utama dari desain akhir mesin gergaji yang *portable* adalah dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Komponen Mesin Gergaji yang *Portable*

Sedangkan untuk dimensi setiap komponen dari mesin gergaji yang *portable* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi Setiap Komponen

No	Komponen	Dimensi (mm)
1	Mesin gergaji	Panjang bar = 558,8
2	Kedudukan mesin gergaji atas	Panjang = 285 Lebar = 170 Tinggi = 30
3	Bearing dan kedudukannya	Panjang = 90 Lebar = 40 Tinggi = 40
4	Landasan	Panjang = 630 Lebar = 250 Tinggi = 100
5	Poros penggerak	Panjang = 660 Diameter poros = 19,05 Diameter <i>sprocket</i> = 67,37
6	Tuas engkol	Panjang = 140 Lebar = 128 Tinggi = 46
7	Kedudukan mesin gergaji berpelindung	Panjang = 325 Lebar = 170 Tinggi = 92
8	Kedudukan mesin gergaji bawah	Panjang = 170 Lebar = 35 Tinggi = 30
9	Kedudukan rantai	Panjang = 428 Lebar = 100 Tinggi = 30
10	rantai	Panjang = 4000 Lebar = 15 Tinggi = 10

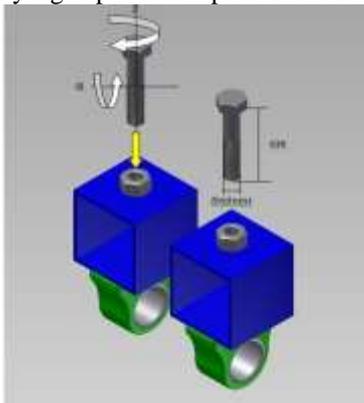
3.3 Jumlah komponen, waktu perakitan setiap komponen dan *minimum part* pada komponen.

Perhitungan waktu perakitan dilakukan dengan menggunakan tabel waktu manual handling dan waktu manual insertion [4] sehingga diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Waktu Total dan Waktu Perakitan Setiap Komponen

Name item	Number of item (RP)	Handling Code	Handling Time (s) (TH)	Insertion Code	Insertion Time (s) (TI)	Total Time (s) (RP)*(TH+TI)	Min. Part
1. Landasan	1	90	2			2	0
2. Kedudukan chainsaw atas	1	20	1,8	06	5,5	7,3	0
3. Kedudukan chainsawpelindung	1	20	1,8	06	5,5	7,3	0
4. Kedudukan chainsaw bawah	2	20	1,8	06	5,5	14,6	0
5. Baut landasan	2	10	1,5	38	6	15	0
6. Bearing dan kedudukannya	2	30	1,95	06	5,5	14,9	0
7. Baut bearing dan kedudukannya	2	10	1,5	38	6	15	0
8. Poros penggerak	1	10	1,5	07	6,5	8	0
9. Tuas engkol	1	30	1,95	06	5,5	7,45	4
10. Grip handle tuas engkol	1	10	1,5	06	5,5	7,5	0
11. Baut flange poros penggerak	1	10	1,5	38	6	7,5	0
12. Baut flange tuas engkol	1	10	1,5	38	6	7,5	0
13. Jarum penguat seling	2	00	1,13	38	6	14,26	0
14. Penahan kedudukan rantai	4	30	1,95	06	5,5	29,8	0
15. Baut penahan kedudukan rantai	4	10	1,5	38	6	30	0
16. Chainsaw	1	30	1,95	06	5,5	7,45	0
17. Baut flange kedudukan chainsaw	4	10	1,5	06	5,5	28	0
18. Mur flange kedudukan chainsaw	4	00	1,13	38	6	28,52	0
19. Mur kedudukan chainsaw	4	00	1,13	38	6	28,52	0
20. rantai	2	20	1,8	06	5,5	14,6	0
<b>Total</b>						<b>295,2</b>	<b>4</b>

Dari tabel dapat dilihat bahwa jumlah komponen yang digunakan pada mesin gergaji yang portable adalah 41 komponen. Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa panah kuning menunjukkan arah insertion,  $\alpha$  dan  $\beta$  menunjukkan simetri putar dari sumbu part yang saling tegak lurus, size panjang dari komponen dan thickness ketebalan dari komponen maka dengan menggunakan tabel waktu manual handling dan waktu manual insertion diperoleh spesifikasi part yang terdiri dari ketentuan saat handling, saat insertion dan waktu perakitan yang dapat dilihat pada Tabel 2.



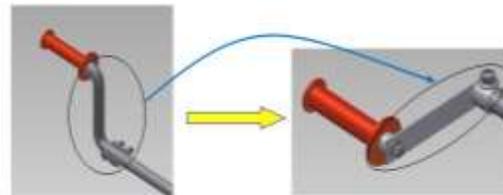
Gambar 3 Pemasangan Baut pada Bearing dan Kedudukannya

Tabel 2. Spesifikasi Pemasangan Baut

Spesifikasi Baut		HC	IC
Handling	Insertion		
<ul style="list-style-type: none"> <li>One hand</li> <li>Part easy to graps</li> <li><math>\alpha = 360^\circ</math>, <math>\beta = 0</math></li> <li>Size = 40 mm</li> <li>Thickness = 8 mm</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Screw tightening</li> <li>Easy to align and position.</li> <li>Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location.</li> </ol>	10	38
Waktu Perakitan (detik)		1,5	6
Waktu Total Perakitan Pin (HC + IC)		7,5 detik	

### 3.2 Proses Mengefisienkan Perakitan.

Dalam mengefisienkan perakitan dilakukan dengan cara melakukan *minimum part* dan memudahkan proses perakitan dari sebuah komponen. *Minimum part* dilakukan agar memudahkan proses manufaktur dan mengurangi proses perakitan. Berikut ini adalah contoh efisiensi selama perakitan yang dilakukan pada desain 4 ke desain 5. (Lihat Gambar 4)



Gambar 4. Proses Mengefisiensi Perakitan Pada Part Tuas Engkol Desain 4 Ke Desain 5

Perhitungan efisiensi waktu assembly pada tuas engkol desain 5 pada proses pemasangan part ialah sebagai berikut yang terlebih dahulu ditentukan waktu total perakitan yang dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Tabel Waktu Total Perakitan Tuas Engkol

Items Name	Number of item (RP)	Handling Code	Handling Time (s) (TH)	Insertion Code	Insertion Time (s) (TI)	Total Time (s) (RP)*(TH+TI)	Min. Part
1. Tuas engkol	1	20	1,8	06	5,5	3	0
2. Plat penghubung	2	00	1,13	06	5,5	19	0
3. Mur penghubung	2	00	1,13	06	5,5	19	0
4. Baut penghubung	2	10	1,5	38	6	15	0
<b>Total</b>						<b>56</b>	<b>0</b>

Sehingga diperoleh nilai efisiensi waktu *assembly* :

Waktu dasar perakitan per *part* ( $t_a$ ) = 3 detik

*Minimum of part* ( $N_{min}$ ) = 4 *part*,

Waktu total perakitan ( $t_{ma}$ ) = 29,95 detik

$$E_{ma} = \frac{4 \times 3}{29,95} = 0,400 \text{ atau } 40 \%$$

### 3.3 Perhitungan Efisiensi Waktu *Assembly* Pada Mesin Gergaji Untuk Pembuat Kayu Gergajian Dari Batang Kelapa Sawit Yang *Portable*

Berikut ialah perhitungan efisiensi waktu *assembly* mesin *portable* pembuat kayu gergajian dari batang kelapa sawit pada proses pemasangan *part* sebagai berikut :

Waktu dasar perakitan per *part* ( $t_a$ ) = 3 detik

*Minimum of part* ( $N_{min}$ ) = 4 *part*,

Waktu total perakitan ( $t_{ma}$ ) = 295,2 detik

$$E_{ma} = \frac{4 \times 3}{295,2} = 0,0406 \text{ atau } 4,06 \%$$

Jadi, nilai efisiensi perakitan ( $E_{ma}$ ) mesin *portable* pembuat kayu gergajian dari batang kelapa sawit secara teori adalah 4,06%.

### 3.4 Tabulasi Pengamatan Pada Saat *Running*

Pada saat melakukan *running* mesin dilakukan pengamatan mengenai bagaimana proses perakitan dan operasi, semua hasil pengamatan dicatat dan dianalisa setelah itu hasil pengamatan diringkas didalam bentuk tabel. Lihat Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Pengamatan Saat *Assembly*

NO	Prinsip kerja	Pengamatan	
		<i>Assembly</i> (s)	Jumlah Operator
1	Gaya dorong	300	1
2	Tuas engkol	360	1

Tabel 5. Pengamatan Saat Operasi

NO	Prinsip kerja	Skala operasi		
		Panjang pemotongan (m)	Jumlah operator dan Tenaga operasi	Lebar pemotongan (m)
1	Gaya dorong	4 (Tergantung panjang rantai)	1 dan Menengah dari perbandingan 15-18 Kg	0,4
2	Tuas engkol	4 (Tergantung panjang rantai)	1 dan Menengah dari perbandingan 15-18 Kg	0,4

## 4. Pembahasan

### 4.1 Identifikasi Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah limbah batang kelapa sawit dapat menyebabkan terganggunya proses pemanenan dan tempat berkembinya hama.

### 4.2 Desain Mesin Gergaji

Berdasarkan tahap desain yang telah dilakukan diperoleh desain akhir yang berfungsi untuk mengolah limbah batang kelapa sawit menjadi kayu gergajian. Pembuatan desain dilakukan agar mesin mudah dalam manufaktur, perakitan, pemindahan mesin, operasi dan perawatan.

### 4.3 Total Waktu *Assembly* Dan Efisiensi Perakitan

Total waktu *assembly* dari desain akhir diperoleh menggunakan tabel *manual handling* dan *manual insertion* adalah 295,2 detik. Efisiensi perakitan dari desain akhir diperoleh dengan nilai 4,06%. Peningkatan efisiensi dikarenakan terjadinya minimum *part* pada desain 4 dengan jumlah 4 *part* sehingga mengurangi waktu perakitan sebesar 26,05 detik.

## 5. Simpulan

Dari hasil dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat kesulitan *handling* dan *insertion* sangat mempengaruhi waktu perakitan.
2. Waktu total perakitan diperoleh 295,2 detik sedangkan nilai efisiensi perakitan adalah 4,06% dengan *minimum part* 4 komponen.
3. Dengan menggunakan metode DFMA diperoleh desain akhir memiliki kemudahan manufaktur dan perakitan.
4. Desain akhir memiliki 2 prinsip kerja yaitu menggunakan gaya dorong dan tuas engkol sebagai penggerak
5. Pengembangan desain direalisasikan untuk penerapan teknologi tepat guna (TTG).

### Daftar Pustaka

- [1] Syahza, Almasdi. 2014. *Penataan Kelembagaan Kelapa Sawit Dalam Upaya Memacu Percepatan Ekonomi di Pedesaan*. Universitas Riau, Pekanbaru.
- [2] Libyawati, Wina. 2011. *Penggabungan DFMA Dalam Kompleksitas Produk dan Proses Untuk Sand Casting—Studi Kasus : Flange Yoke*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [3] Xie, Xiaofan. 2003. *Design for Manufactured and Assembly*. Dept. Of Mechanical Engineering, University of Utah, USA.
- [4] Boothroyd, G. Dewhurst, P. Knight, W. 2011. *Product design for manufacture and assembly*. Third Edition. Taylor & Francis Group, USA