

# DESAIN DAN MANUFAKTUR *HOPPER* PENYALUR PUPUK MENGGUNAKAN *VALVE METERING MECHANISM* PADA *CULTIVATOR* UNTUK PEMUPUKAN KELAPA SAWIT

Darmansyah<sup>1</sup>, Dodi Sofyan Arief<sup>2</sup>, Muftil Badri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

[darmansyah95@gmail.com](mailto:darmansyah95@gmail.com)

## Abstract

Fertilization plays an important role in increasing the production of palm oil. Fertilization by manually deployed using the hand is considered less effective because the dose of fertilizer is not uniform and improper fertilization methods. The purpose of this research is to design and make the hopper (tank fertilizer distributor) for precise fit required dose and volume of uniform fertilizer for each tree. The case study method is used to get information about fertilization technique and dose of fertilizer. The information obtained is used to design and acquire the dimensions, the shape of the hopper is made. Design method using descriptive design french. Once the image is finished then print out the pictures do the work that will be done the manufacturing process. From the calculation and testing obtained capacity of the reservoir tank is 7.5 liters, volumemetering 1 0:09 L, metering 2 0.17 L, metering 30.26 L with dimensions of 200 mm × 150 mm × 283 mm. From the simulation results obtained structural analysis of the maximum value of the safety factor 15 minimum safety factor of 3.49, while the maximum displacement and displacement 0.04568 minimum 0 results shows that the hopper is safe to use. Hopper performance results have been obtained through the testing process with an average dose of the valve 1 0.07 kg (urea), 0.08 kg (TSP), valve 2 0.12 kg (urea), 0.14 kg (TSP fertilizer), and valve 3 0.17 kg (urea), 0.19 kg (TSP).

**Keywords:** Design, fertilization technology, fertilization mechanisms, valve metering mechanism.

## 1. Pendahuluan

Pemupukan merupakan suatu upaya untuk menyediakan unsur hara yang cukup guna mendorong pertumbuhan generatif tanaman dan produksi tandan buah segar secara maksimum dan ekonomis, serta ketahanan terhadap hama dan penyakit. Kelapa sawit yang saat ini dikembangkan umumnya sangat responsif terhadap pemupukan sehingga kurangnya atau tidak tercukupinya unsur hara makro dan mikro pada tanaman kelapa sawit akan menimbulkan gejala defisiensi yang spesifik disamping turunya pertumbuhan

dan hasil tanaman kelapa sawit itu sendiri [1]

Dalam melakukan pemupukan pada umumnya petani melakukan pemupukan dengan cara manual disebarkan di sekitar piringan dengan jarak 1 m dari pangkal batang ke arah piringan [2]. Jika dilihat dari konsep pemupukan (5T) yaitu: tepat dosis, dan tepat cara, petani belum melakukan konsep tersebut [2].

Pemupukan secara manual dinilai kurang efektif, dikarenakan pupuk yang diberikan tidak sepenuhnya terserap oleh tanah ketidak efektifan juga disebabkan oleh ketidak seragaman terhadap dosis pupuk yang diberikan. Keseragaman dosis

pemupukan bisa saja disikapi dengan cara menggunakan gelas ukur atau alat takar lainnya, akan tetapi cara ini akan menyulitkan petani karena akan memakan waktu yang lama, oleh karena itu diperlukan suatu alat atau teknologi pemupukan yang mampu mengatur dosis pupuk sesuai dengan kebutuhan yang bisa membantu petani dalam melakukan pemupukan.

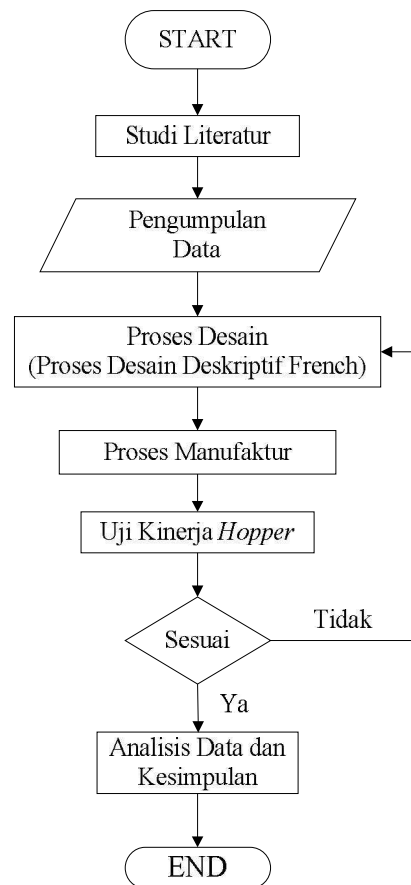
Purwanta, telah membuat mekanisme penakar pupuk yaitu *metering device* untuk membagi pupuk sehingga diperoleh keluaran pupuk sesuai dengan kebutuhan. Pola penjatuhan dengan cara memanfaatkan perputaran roda pada alat untuk membuka katup yang terdapat pada penakar, akan tetapi mekanisme ini hanya untuk pupuk tablet sehingga tidak bisa diaplikasikan untuk pupuk butiran (granular) [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan membuat mekanisme pendistribusian pupuk granular yang presisi sesuai dengan dosis yang dibutuhkan, mekanisme yang digunakan yaitu *valve metering mechanism*. Mekanisme ini terdapat ruang penakar dan katup yang digunakan untuk mengatur penjatuhan pupuk dan dosis pemupukan. Mekanisme ini dikombinasikan dengan mesin penugal dalam melakukan pemupukan, sehingga pemupukan yang efektif bisa tercapai.

## 2. Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi kasus. Metode digunakan untuk mendapatkan informasi tentang teknik pemupukan dan kapasitas pemupukan kelapa sawit. Setelah dilakukan proses pencarian informasi dilakukan pengukuran alat yang sudah ada dalam hal ini alat bajak atau cultivator, alat tersebut digambar ulang dan dilanjutkan dengan pembuatan *hopper* yang akan dipasang pada alat tersebut. Setelah gambar selesai dibuat maka dilakukan *print out* gambar kerja yang akan

dilakukan proses manufaktur. Tahapan kegiatan dapat dilihat pada Gambar.1



Gambar. 1 Tahapan Kegiatan Penelitian

### 2.1 Teknik Pengumpulan Data Desain

Data primer diperoleh melalui pengukuran, ukuran utama alat bajak mini (cultivator) dan bagian-bagian lain secara lengkap. Setelah gambar cultivator diselesaikan, dilanjutkan dengan desain *hopper* pupuk. Informasi yang dibutuhkan yaitu teknik pemupukan dan dosis pemupukan per pohon [4]. Informasi ini diperoleh dari referensi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.

### 2.2 Metode Pembuatan Gambar.

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran (Gambar *cultivator*) dikumpulkan dan dilanjutkan dengan menggambar dalam bentuk 3 dimensi dengan menggunakan *software Autodesk Inventor 2012*, setelah gambar *cultivator*

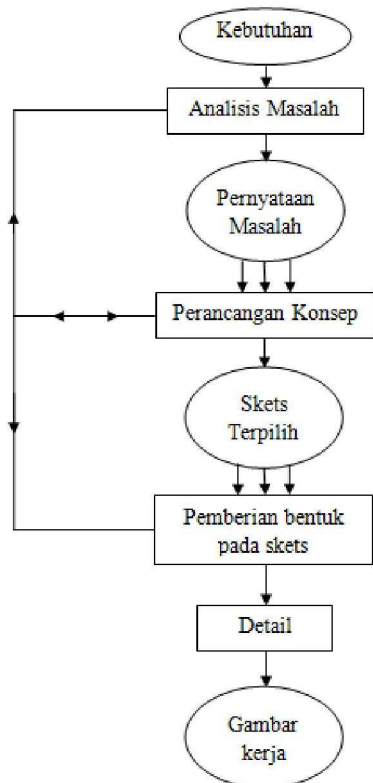
selesai dilanjutkan dengan menggambar dan merancang *hopper* penyalur pupuk sesuai kapasitas dan bentuk yang telah disepakati.

### 2.3. Metode Uji Kinerja *Hopper* Penyalur Pupuk.

Setelah dilakukan proses manufaktur dilakukan uji kinerja *hopper* tersebut untuk mengetahui apakah *hopper* yang dibuat kerjanya sesuai dengan perancangan atau tidak.. Uji kinerja dilakukan di Laboratorium Metrologi dan Kontrol Kualitas Fakultas Teknik Universitas Riau. Uji kinerja ini dilakukan dengan cara mengukur massa pengeluaran dan waktu yang ditempuh dalam menyalurkan pupuk.

### 2.4 Proses Desain

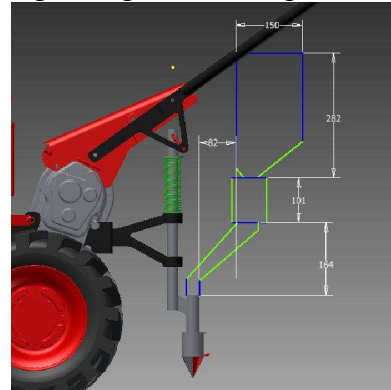
Proses desain menggunakan metode perancangan Deskriptif French [5].



Gambar 2 Diagram Alir Cara Merancang French

### 2.4.1 Sketsa Terpilih

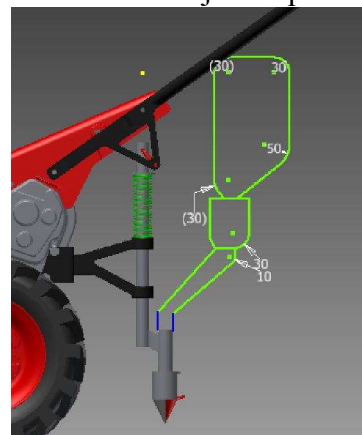
Penentuan dimensi *hopper* pada *cultivator* ini mengacu pada dimensi dan bentuk *cultivator* yang sudah ada, berdasarkan penentuan letak/posisi *hopper* telah di rencanakan bahwa posisi *hopper* dirancang di bagian belakang *cultivator*.



Gambar 3 Sketsa Terpilih Rancangan *Hopper*

### 2.4.2 Pemberian bentuk pada skets

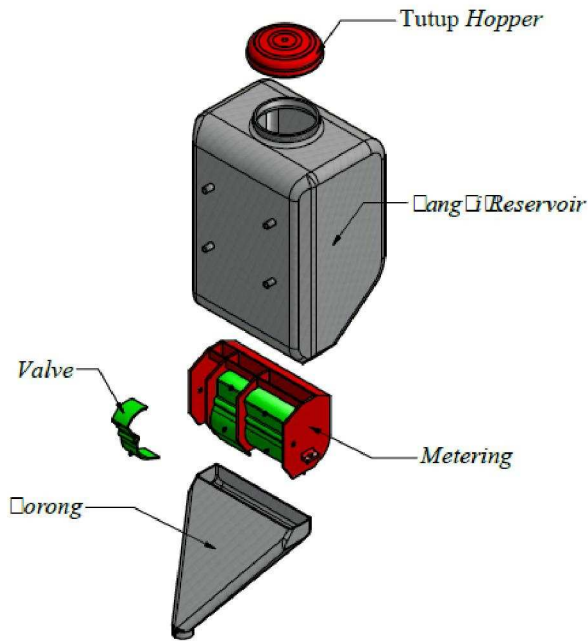
Setelah sketsa dimensi tersebut diperoleh pemberian radius untuk sisi *hopper* yang membentuk sudut, pemberian radius ini di berikan dengan tujuan untuk memudahkan pupuk mengalir dari tangki reservoir ke corong penyalur sehingga nantinya tidak akan terjadi slip.



Gambar 4 Pemberian Bentuk Pada Sketch *Hopper*

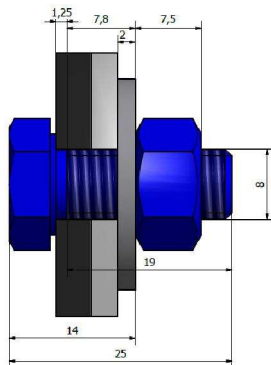
### 2.4.3 Gambar Detail (Komponen *Hopper*)

Gambar detail bisa dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Komponen Hopper

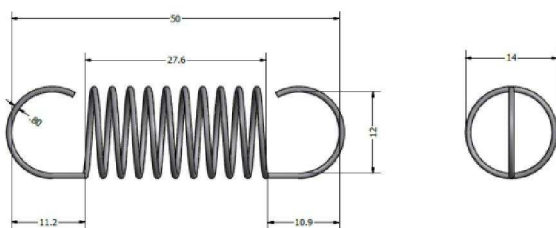
#### 2.4.4 Perhitungan Kekakuan Baut



Gambar 6. Parameter Kekakuan Pengikat Pada Baut

$$k_b = \frac{A_d A_t E}{A_d l_t + A_t l_d} = \frac{50,24 \text{ mm}^2 \times 36,6 \text{ mm}^2 \times 30}{(50,24 \times 11) + (36,6 \times 3)} = 83,27 \text{ lbf/mm}$$

#### 2.4.5 Pegas Tarik



Gambar 7. Rancangan Pegas

- Tegangan tarik maksimum pada A, karena momen lentur dan beban aksial. (Asumsi gaya penarikan = 19,6 N)

$$\sigma_A = F \left[ (K)_A \frac{16D}{\pi d^3} + \frac{4}{\pi d^2} \right]$$

- Torsi maksimum di titik B

$$\tau_B = (K)_B \frac{8FD}{\pi d^3} = 2,75 \frac{8 \times 19,6 \times 12,4}{3,14 \times 0,8^3} = 3325,84 \text{ N/mm}^2$$

#### 2.4.6 Proses Manufaktur

Adapun prosedur manufaktur *hopper* menggunakan metode *hand lay-up technique*, metode ini adalah metode yang paling sederhana dalam pengolahan komposit dan perlengkapan yang digunakan juga sedikit dan tidak rumit [6].



Gambar 7. Hasil Manufaktur Hopper

#### 2.4.7 Proses Pengujian Kinerja hopper

Pengujian kinerja *hopper* bertujuan untuk mengetahui performa dari *hopper* yang dirancang dan dibuat, pada pengujian ini penulis bisa mengetahui apakah *hopper* berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan.



Gambar 8. Instalasi Pengujian

## Pengujian Massa Jenis Pupuk

- Massa jenis pupuk urea

$$\rho_{Urea} = \frac{m}{V} = \frac{0,373kg}{0,0005m^3} = 746 \text{ kg/m}^3$$

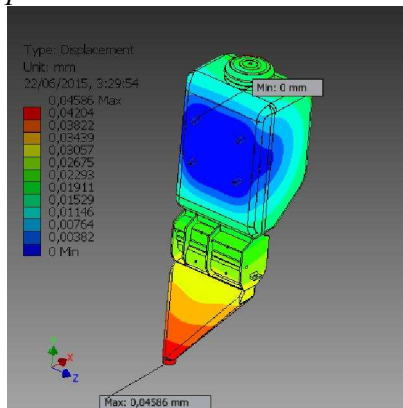
- Massa jenis pupuk TSP

$$\rho_{Urea} = \frac{m}{V} = \frac{0,484kg}{0,0005m^3} = 968 \text{ kg/m}^3$$

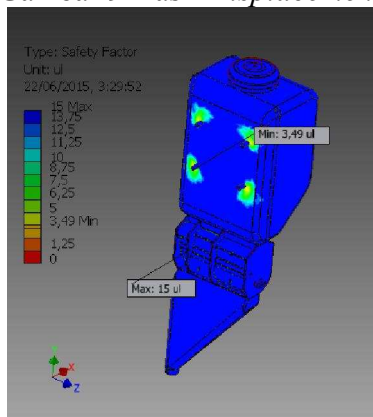
## 3. Hasil

Dari hasil pengujian diperoleh data-data sebagai berikut:

### 3.1 Pengujian Faktor keamanan dan Displacement



Gambar 9 Hasil Displacement



Gambar 10 Hasil Safety Factor

Tabel 1 Nilai Safety Factor dan Displacement

	Safety Factor	Displacement
Min	3,49	0,04568
Max	15	0

## 3.2 Pengujian Kinerja Hopper

Tabel 2 Hasil Kinerja Hopper (Pupuk Urea)

Pengujian	Valve I		Valve II		Valve III	
	Waktu (t)	Massa (gr)	Waktu (t)	Massa (gr)	Waktu (t)	Massa (gr)
1	2,2	74	1,11	120	0,85	177
2	1,35	84	1,23	130	1,66	172
3	1,77	86	1,41	120	1,32	173
4	1,72	72	1,17	119	1,38	175
5	1,2	72	1,29	117	1,34	171
6	1,17	72	1,28	119	1,37	175
7	1,18	72	1,24	118	1,23	172
8	0,76	72	1,1	118	1,3	174
9	1,46	74	1,47	117	1,29	172
10	1,49	83	1,57	118	1,76	177
11	1,2	70	1,39	117	1,56	173
12	1,31	86	1,36	115	1,3	171
13	1,75	92	1,21	117	1,37	175
14	1,34	81	1,18	117	1,47	173
15	1,07	71	1,19	117	1,07	175
16	1,49	77	1,21	118	1,51	173
17	1,25	87	1,2	120	1,61	173
18	1,47	69	1,09	118	1,33	172
19	1,06	91	1,93	117	1,39	171
20	0,97	74	1,34	120	1,43	172
<b>RATA-RATA</b>	<b>1,4</b>	<b>78,0</b>	<b>1,3</b>	<b>118,6</b>	<b>1,4</b>	<b>173,3</b>

Tabel 3 Hasil Kinerja Hopper (Pupuk TSP)

Pengujian	Valve I		Valve II		Valve III	
	Waktu (t)	Massa (gr)	Waktu (t)	Massa (gr)	Waktu (t)	Massa (gr)
1	0,96	77	1,05	132	1,82	191
2	1,26	77	0,85	136	0,81	173
3	0,98	77	0,91	138	1,32	193
4	1,1	76	1,22	138	1,63	196
5	1,35	77	1,29	139	1,02	161
6	1,43	76	1,31	144	1,92	208
7	1,17	80	1,18	141	1,52	201
8	0,93	77	1,45	149	1,27	193
9	1,64	76	1,25	141	1	200
10	1,18	79	0,96	137	1,01	185
11	1,17	76	1,06	136	0,96	204
12	1,37	76	1,04	137	1,12	196
13	0,83	77	0,9	137	1,44	196
14	1,18	78	1,2	142	1,17	176
15	0,77	78	1,15	152	0,77	162
16	1,01	78	0,96	151	1,15	170
17	0,98	78	0,7	139	1,15	173
18	1,14	80	0,85	139	1,98	209
19	0,77	78	0,72	134	1,11	191
20	0,83	76	0,9	143	1,18	172
<b>RATA-RATA</b>	<b>1,1</b>	<b>77,4</b>	<b>1,0</b>	<b>140,3</b>	<b>1,3</b>	<b>187,5</b>

## 4. Pembahasan

### 4.1 Volume dan massa hopper

Dari hasil perhitungan menggunakan Software Autodesk Inventor 2012 diperoleh



volume hopper 0.00742024 m<sup>3</sup>. Sedangkan massa hopper 5,5 kg untuk jenis pupuk urea dan 7,1 kg untuk jenis pupuk TSP. Hal ini terdapat perbedaan massa di karenakan massa jenis pupuk yang berbeda.

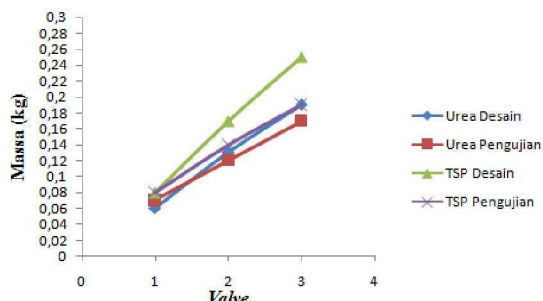
#### 4.2 Massa metering

Dari hasil desain diperoleh volume metering device untuk *valve* 1 0,00008592 m<sup>3</sup>, *valve* 2 0,0001718 m<sup>3</sup>, dan *valve* 3 0,0002578 m<sup>3</sup>, sedangkan untuk massa pengeluaran pupuk diperoleh dari hasil desain dan pengujian. Dari tabel 4 bisa dilihat massa takaran hasil desain dan hasil pengujian

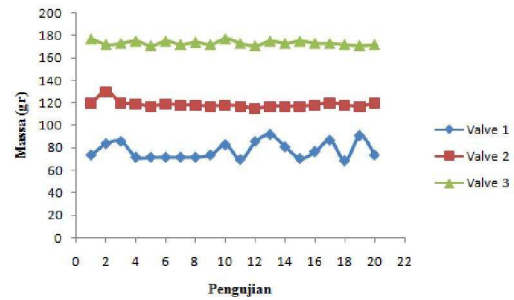
Tabel 4 Perbandingan Takaran Hasil Desain dan Hasil Pengujian

Valve	Desain		Pengujian	
	Urea (kg)	TSP (kg)	Urea (kg)	TSP (kg)
V1	0,06	0,08	0,07	0,08
V2	0,13	0,17	0,12	0,14
V3	0,19	0,25	0,17	0,19

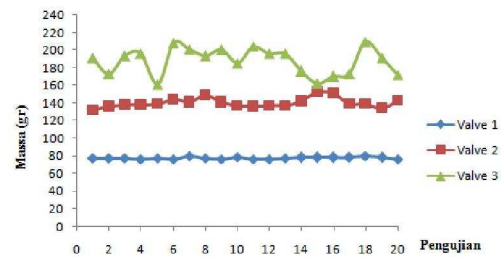
Pada tabel bisa terdapat perbedaan massa hasil desain dan hasil pengujian, massa pada pupuk urea pada proses desain pada *valve* 1 lebih rendah dari pengujian, akan tetapi pada *valve* 2 dan *valve* 3 massa pada proses desain lebih tinggi dari proses pengujian. Hal ini menurut penulis disebabkan pada proses manufaktur, dimensi yang kurang presisi yang tidak sesuai dengan dimensi perancangan, dan kesalahan pada prosedur pengujian.



Grafik 1 Pengaruh Buka-an Katup Terhadap Massa Keluaran Pupuk Urea dan TSP.



Grafik 2 Massa Takaran Pada Pupuk Urea.



Grafik 3 Massa Takaran Untuk Pupuk TSP.

Pada grafik 2 dan grafik 3 terlihat jelas hasil takaran untuk proses pengujian pada pupuk Urea dan Pupuk TSP. Pengujian pada pupuk Urea untuk *valve* 1 dan 2 cenderung stabil dan bisa dikatakan presisi, sedangkan pada *valve* 3 terjadi ketidakteraturan dosis takaran dikarenakan pada grafik terlihat bahwa hasil yang diperoleh tidak konstan. Sedangkan pengujian pada pupuk TSP, ketidakteraturan dosis takaran terlihat pada *valve* 1, dan pada *valve* 2 dan 3 cenderung stabil dan presisi.

#### 4.3 Nilai Safety Factor dan Displacement

Dari hasil pengujian menggunakan software Autodesk Inventor 2012 diperoleh nilai *safety factor* dan *displacement* yang ditunjukkan pada tabel 5. Tabel 5 Nilai Safety Factor dan Displacement

	Safety Factor	Displacement
Min	3,49	0,04568
Max	15	0

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa hasil perancangan aman untuk dibuat dan digunakan.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah penulis lakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. *Hopper* penyalur pupuk telah diperoleh dari penelitian ini dengan kapasitas *hopper* 5,5 kg untuk pupuk urea dan 7,1 kg untuk pupuk TSP, dan dimensi tangki reservoir panjang 200 mm, lebar 150 mm, dan tinggi 283 mm, serta mekanisme yang digunakan adalah *valve metering mechanism*
2. Nilai *safety factor* dan *displacement* telah didapatkan melalui simulasi analisis struktur yaitu *safety faktor* maksimum 15, minimum 3,49, dan *displacement* maksimum 0,04568 dan minimum 0.
3. Hasil kinerja hopper telah diperoleh melalui proses pengujian dengan takaran rata-rata pada *valve* 1 0,07 kg (pupuk urea), 0,08 kg (pupuk TSP), *valve* 2 0,12 kg (pupuk urea), 0,14 kg (pupuk TSP), dan *valve* 3 0,17 kg (pupuk urea), 0,19 kg (pupuk TSP).

## Daftar Pustaka

- [1] Sugiarti, Fransisca. 2014. "Teknik Pemberian dan Dosis Paket Pemupukan Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Di Lahan Gambut Rimbo Panjang Kabupaten Kampar (*Fertilizer Provision Technique And Fertilizing Doses Packet For Palm Oil (Elaeis Guineensis Jacq) On Peatland At Rimbo Panjang – Kampar District*). Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau.
- [2] Suriah, 2013. "Tinjauan Pemupukan Kelapa Sawit Swadaya Masyarakat Pada Lahan Gambut Kecamatan Bangko Pusako Kabupaten Rokan Hilir". Jurnal Agroteknologi.
- [3] Purwanta C. Yusuf, Sulistidji, dan Koes, Pitoyo, Joko. "Desain dan Rekayasa Prototipe Mesin Pembenam Pupuk Dilahan Sawah". Jurnal Nasional Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Serpong.
- [4] Syakir, Muhammad, 2010. "Budidaya Kelapa Sawit". Bogor: ASKA MEDIA.
- [5] Harsokoesoemo, Darmawan. 2004 "Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk) Edisi II" Bandung: ITB.
- [6] Kurniawan, Anggi. 2015. Pembuatan Dan Pengujian Tarik Pelat Komposit Matriks Polimer Di Perkuat Serat Kaca. Laporan Perkuliahan Komposit. Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Riau.z
- [7] Alchazin, Syaipul A.B. 2011. Modul Training Autodesk Inventor 2011. Bogor: Lapan Pusa t Teknologi Roket Rumpin.
- [8] Alibaba, 2015. "Hopper Persegi". <http://indonesian.alibaba.com/products/fertilizer-spreader-square-hopper-made-in-china-1623267059.html> (Diakses 14 Mei 2015)
- [9] Charruthers, Ian. 1985. "Tool For Agriculture". London: Intermediate Technology Group (ITDG) ISBN 0 946688 36 2
- [10] Giesecke, Mitchell. 2000. Gambar Teknik Edisi Kesebelas. Jakarta: Erlangga.
- [11] Hermawan, Wawan. 2011. "Perbaikan Desain Mesin Penanam dan Pemupuk Jagung Bertenaga Traktor Tangan". Jurnal Keteknikan : Vol. 25 No. 1, April 2011.
- [12] Risza, Suyatno, Ir, 1994 " Upaya Peningkatan Produksi Kelapa Sawit". Yogyakarta: Kanisius.

- [13] Rizaldi, Taufik. 2006. Mesin Peralatan. Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian USU.
- [14] Shigley, 2006. *Mechanical Engineering Design. Eight Design*. Mc Graw Hill, ISBN: 0-390-76487-6. US Amerika.
- [15] Suriah, 2013. "Tinjauan Pemupukan Kelapa Sawit Swadaya Masyarakat Pada Lahan Gambut Kecamatan Bangko Pusako Kabupaten Rokan Hilir". Jurnal Agroteknologi.
- [16] Yanmar, 2015. Traktor Tangan Te 550n Seri Yanmar Indonesia. <https://www.yanmar.com/id/product/agriculture/tiller/te550nSeries/> (Diakses 15 Januari 2015).



