



## DESAIN DAN REKAYASA PROTOTIPE MESIN PEMBENAM PUPUK DI LAHAN SAWAH<sup>1)</sup> (*Design and Construction of Fertilizer Deep Placement Applicator Operated in the Lowland*)

C. Yusup Purwanta, Koes Sulistiadji, dan Joko Pitoyo

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian  
Situgadung, P.O. Box 2, Serpong 15310, Tangerang, Banten  
Telp./Fax : (021) 5376580,70936787; (021) 7093684

### ABSTRAK

Pemupukan memegang peranan penting dalam peningkatan produksi padi. Pada umumnya petani mengaplikasikan pupuk tersebut dengan cara disebar ke permukaan lahan menggunakan tangan. Cara ini cukup efisien akan tetapi efektifitasnya relatif rendah akibat terjadi proses pencucian, volatilisasi, nitrifikasi yang diikuti denitrifikasi. Aplikasi pupuk makro dengan cara membenamkannya di daerah perakaran tanaman akan meningkatkan efisiensi dan efektifitas penyerapan unsur NPK oleh tanaman dan selanjutnya meningkatkan produktivitas tanaman, menghemat kuantitas aplikasi pupuk, dan mengurangi pencemaran lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain dan merekayasa prototipe mesin pembenam pupuk di lahan sawah. Prototipe mesin pembenam pupuk didesain, difabrikasi, dan diuji di Laboratorium Perencanaan Balai Besar Mekanisasi Pertanian, Serpong sesuai prosedur yang baku mulai perancangan, gambar teknis, fabrikasi, dan pengujian. Dalam rekayasa prototipe mesin ini jenis pupuk yang dijadikan parameter desain adalah pupuk anorganik (urea) untuk tanaman padi di sawah. Prototipe mesin pembenam pupuk mampu menebar pupuk rata-rata 3,95 g/m panjang lintasan pada 1 sisi *hopper*. Kapasitas kerja mesin adalah 9 jam/ha dengan dosis 200,89 kg/ha.

Kata kunci : Pemupukan, mesin pembenam pupuk, lahan sawah, padi

### ABSTRACT

*Fertilizer has important role in increasing rice production. Generally these fertilizers were applied by manually broadcasting on the land surface. This technique is the easiest way but lowest effective in result due to high losses through leaching, volatilizing and nitrification followed by denitrification. Deep placement of these fertilizers in the root area will increase the efficiency and effectiveness of NPK absorption by rice plant and will increase rice production, save chemical amount, and less pollution to environment. Objective of the research was to design and construction a prototype of fertilizer deep placement applicator operated in the lowland. This prototype has been designed, fabricated, and tested in the laboratory of Indonesian Center for Agricultural Engineering Research and Development (ICAERD) in Serpong according to standard procedures from design, technical drawings, fabrication, and testing. Design parameter for metering device component was based on chemical fertilizer characteristic. The prototype of fertilizer deep placement applicator is able to spread the fertilizer on average 3.95 g/m length of track on one side of the hopper. The working capacity of the applicator is 9 hours/ha with a dose of 200.89 kg/ha.*

*Key work : Fertilizer, fertilizer deep placement applicator, lowland, paddy*

### PENDAHULUAN

Permintaan terhadap beras sebagai makanan utama sebagian besar penduduk Indonesia mengalami peningkatan sebesar 2,23 % per tahun, dan menurut Swastika *et.al.*, (2000),

proyeksi permintaan beras pada tahun 2010 sekitar 41,50 juta ton. Selanjutnya dikatakan bahwa defisit beras akan meningkat sekitar 13,50 % per tahun (12,78 juta ton pada tahun 2010) apabila tidak dilakukan peningkatan produktivitas dan perluasan areal panen.

Proses pencapaian swasembada beras tidak terlepas dari penerapan inovasi teknologi yang dikembangkan pemerintah di antaranya teknologi pemupukan (Prasetyo, 2002). Rata-rata produktivitas tanaman pangan nasional masih rendah. Untuk padi rata-rata produktivitasnya adalah 4,4 ton/ha (Purba dan Las, 2002), sedangkan untuk jagung 3,2 ton/ha dan kedelai 1,19 ton/ha. Jika dibanding dengan negara produsen pangan lain di dunia khususnya beras, produktivitas padi di Indonesia ada pada peringkat ke 29. Australia memiliki produktivitas rata-rata 9,5 ton/ha, Jepang 6,65 ton/ha dan Cina 6,35 ton/ha (FAO, 1993).

Menurut Las *et.al.*, (1999), untuk menjamin tingkat produksi padi yang tinggi perlu dilakukan pemupukan yang berimbang baik hara makro maupun hara mikro. Tingkat kesuburan tanah berbeda antar lokasi sehingga penggunaan pupuk terutama P dan K harus didasarkan pada status hara P dan K tanah. Untuk itu dalam upaya pemerintah untuk rasionalisasi pemupukan telah dikeluarkan Permentan No.40/ Permentan/OT.140/4/2007 tentang rekomendasi pemupukan N, P, dan K pada padi sawah spesifik lokasi. Keompok kerja pupuk Badan Litbang Pertanian bekerjasama dengan IRRI telah berhasil membuat perangkat lunak untuk menghitung pemupukan padi spesifik lokasi (Badan Litbang Pertanian, 2008).

Adiningsih *et.al.*, (1994), mengemukakan bahwa faktor dominan penyebab rendahnya produktivitas tanaman pangan adalah (a) penerapan teknologi budidaya di lapangan yang masih rendah; (b) tingkat kesuburan lahan yang terus menurun; (c) eksplorasi potensi genetik tanaman yang masih belum optimal.

Kehilangan hara nitrogen (N) dalam bentuk gas  $N_2O$  berhubungan erat dengan efisiensi penggunaan pupuk oleh tanaman padi sawah. Makin efisien penggunaan pupuk N oleh tanaman padi, makin rendah tingkat emisi gas  $N_2O$ . Terdapat kecenderungan perbedaan emisi gas  $N_2O$  dari tanah sawah yang ditanami varietas berbeda dan cara tanam (tanam pindah dan tanam benih langsung). Emisi gas  $N_2O$  terendah dengan hasil gabah tertinggi diperoleh dengan pemberian pupuk urea tablet, disusul oleh pupuk lambat urai *agrium* dan *nutralene*. Emisi tertinggi gas  $N_2O$  berasal dari tanah sawah yang dipupuk urea prill tanpa dibenamkan. (Partoharjono, 1999). Usaha menekan emisi gas  $N_2O$  berkaitan dengan upaya peningkatan efisiensi penggunaan pupuk N pada budidaya padi sawah dengan memperkecil kehilangan hara N.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak semua unsur N pupuk makro dapat diserap tanaman padi. Sebagian unsur N pupuk akan hilang dari lingkungan perakaran tanaman

melalui proses pencucian, volatilisasi, nitrifikasi yang diikuti denitrifikasi. Oleh karena itu efisiensi penggunaan pupuk N oleh tanaman padi hanya sekitar 40%, bahkan dalam kondisi terkendali jarang mencapai 60-65 %. (De Datta, 1981). Hal ini diperkuat oleh Soepartini (1995), dari hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi pemupukan N hanya sekitar 30%. Hara P dalam tanah bersifat tidak mobil, dan hanya 15- 20% dari jumlah pupuk yang diberikan dapat diserap tanaman padi dan sisanya 80-85% tertinggal sebagai residu di dalam tanah (Baharsyah, 1990). Usaha untuk meningkatkan efisiensi pemupukan N pada padi sawah telah dilakukan melalui berbagai cara, diantaranya dengan penanaman varietas unggul tanggap pemupukan N, pengelolaan air, waktu dan cara pemberian pupuk yang tepat, aplikasi N dengan pembedaan, tingkat pemberian optimum berdasarkan musim tanam, formulasi pupuk yang sesuai, dan perbaikan teknik budidaya tanaman.

Aplikasi pupuk NPK yang dibenamkan dalam lumpur di daerah perakaran tanaman padi memerlukan tersedianya prototipe mesin pembenam pupuk. Pembenaman urea tablet dengan menggunakan mesin pembenam (aplikator) dapat dibantu dengan udara bertekanan sistem *pneumatik* (Tjahjohutomo *et.al.*, 1994). Jarak pembenaman urea tablet rata-rata 26,9 cm pada kedalaman 19,2 cm, dosis keluaran 74,35 kg/ha dan kapasitas kerja 9,07 jam/ha (Harjono *et.al.*, 1996). Mesin pembenam pupuk dengan penakar pupuk yang presisi akan menjamin pemberian pupuk di antara tanaman dapat sesuai dosis dan seragam. (Smith, 1976). Oleh karena itu diperlukan rekayasa komponen penakar pada prototipe mesin pembenam pupuk di lahan sawah.

Prototipe mesin pembenam pupuk di lahan sawah tersebut diharapkan mampu mempunyai sifat: (a) disukai oleh petani, (b) berdaya guna (efektif) dan (c) berhasil guna (efisien) apabila dioperasikan pada lahan sawah untuk pemupukan susulan I dan susulan II. Tujuan penelitian ini adalah merekayasa prototipe mesin pembenam pupuk di lahan sawah dengan menggunakan *engine* 2 Hp yang banyak tersedia di pasaran dan mampu dioperasikan oleh satu orang operator.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan rekayasa terdiri dari *fabricated part* (as baja, as nilon, as aluminium, pipa



aluminium, pipa stal, plat baja) dan *standart part lager free wheel* sepeda, mur dan baut, rantai sepeda, dan sebagainya ditambah dengan bahan penunjang berupa kawat las, dempul, meni, dan cat. Perkakas, peralatan dan mesin pengerjaan logam yang dipakai untuk proses fabrikasi milik Laboratorium Perekayasa Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong.

Bahan uji yang utama adalah pupuk urea prill, selain itu digunakan juga bahan bakar berupa bensin. Instrumen ukur yang digunakan berupa *tachometer*, timbangan, gelas ukur, *stopwach*, roll meter dan sebagainya.

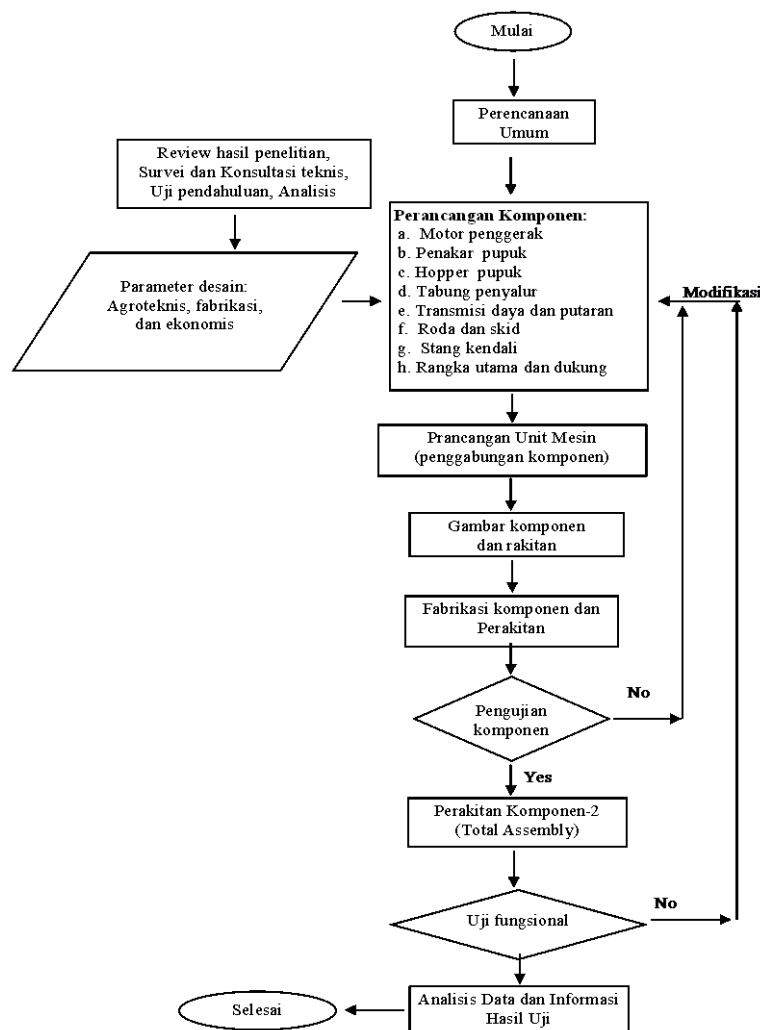
**Metode**

Seluruh kegiatan desain dan rekayasa dilakukan di Laboratorium Perekayasa Balai

Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong, yang meliputi: (a) identifikasi masalah dan penetapan parameter desain, (b) pembuatan sketsa perancangan dan desain gambar teknik menggunakan *software autocad*, (c) proses fabrikasi menjadi pototipe.

Komponen-komponen yang dianalisis dan dirancang antara lain: (1) penakar pupuk, (2) motor penggerak (*engine*), (3) transmisi daya dan putaran, (4) roda penggerak, (5) *hopper* pupuk, (6) rangka utama dan pendukung, (7) tabung penyalur pupuk, (8) pembuka alur/lubang tempat pupuk, dan (9) sistem kendali.

Proses rekayasa, rancang bangun dan pengujian dilakukan sesuai dengan diagram alir tahapan kegiatan seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 : Bagan alir kegiatan rekayasa prototipe mesin pembenam pupuk

Beberapa rumus perhitungan yang dipakai antara lain :

Perhitungan teknis *performance* prototipe mesin menggunakan persamaan (1), (2), dan (3) berikut :

$$Npr = \frac{V}{(\pi * Dr)} \dots\dots\dots (1)$$

$$Npa = Npr * Rrgd \dots\dots\dots (2)$$

$$Rrgb = \frac{Ne}{Npa} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana,

- Npr* = putaran poros roda (rpm)
- Npa* = putaran poros antara (rpm)
- Ne* = putaran poros engine (rpm)
- V* = kecepatan jalan (m/menit)
- Dr* = diameter roda (m)
- $\pi$  = konstanta lingkaran = 3,141593
- Rrgd* = ratio reduction gear depan.
- Rrgb* = ratio reduction gear belakang.

Perhitungan teknis kebutuhan pupuk menggunakan persamaan (4), (5), dan (6) berikut :

$$U1 = \frac{U * A1}{10000} \dots\dots\dots (4)$$

$$A1 = \frac{1 * L}{100} \dots\dots\dots (5)$$

$$X1 = \frac{100}{L} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

- U1* = dosis penempatan pupuk dalam alur per meter (kg/m<sup>2</sup>)
- U* = kebutuhan atau dosis pupuk per hektar (kg/ha)
- A1* = luas areal alur per meter panjang (m<sup>2</sup>)
- L* = lebar jarak tanam (cm)
- 100 = konstanta pembagi dari m ke cm.
- 10.000 = konstanta pembagi dari ha ke m<sup>2</sup>.
- X1* = jumlah penjatuhan pupuk (kali/m).

Perhitungan teknis komponen penakar pupuk menggunakan persamaan (7) dan (8) berikut :

$$Npp = (X1 / T1) / Hpp \dots\dots\dots (7)$$

$$tpp = \frac{(1 / \rho)}{A2} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

- Npp* = putaran penakar pupuk (rpm)
- X1* = jumlah penjatuhan pupuk (kali/m).
- T1* = waktu tempuh per meter (menit/m)
- T1* =  $1 / V1$
- Hpp* = jumlah lubang penakar pupuk
- tpp* = tebal lubang penakar pupuk
- $\rho$  = berat jenis pupuk, (g/cm<sup>3</sup>)
- $(1 / \rho)$  = volume pupuk per 1 gram (cm<sup>3</sup>)
- A2* = luas areal lubang penakar pupuk (cm<sup>2</sup>)
- A2* =  $\pi * d$
- $\pi$  = konstanta lingkaran = 3,141593
- d* = diameter lubang penakar pupuk (cm)

### Uji Fungsional Prototipe

Uji fungsional/ unjuk kerja prototipe mesin pembenam pupuk dilakukan untuk mengetahui kinerja prototipe secara keseluruhan meliputi penakaran, penjatuhan dan penempatan pupuk. Uji fungsional komponen penakar prototipe mesin pembenam pupuk dilakukan di Laboratorium Perekayasaan BBP Mektan. Hasil pengamatan dan pengukuran digunakan untuk analisis dan evaluasi prototipe mesin dan komponen penakar pembenam pupuk.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perancangan Prototipe Mesin Pembenam Pupuk

Desain prototipe untuk sebuah mesin pembenam pupuk urea memerlukan beberapa perhitungan teknis yang menggambarkan *performance* dari prototipe mesin yang akan dihasilkan. Perhitungan teknis untuk prototipe mesin pembenam pupuk diperoleh dari beberapa parameter, dimulai dari kebutuhan pupuk per ha sampai dengan kapasitas kerja prototipe mesin serta bentuk dari penakar pupuk (metering device) untuk membagi pupuk sehingga diperoleh keluaran pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman.

### Parameter Desain

Parameter desain yang diperlukan dalam perancangan komponen penakar pupuk dan prototipe mesin pembenam pupuk urea di lahan sawah ditunjukkan pada Tabel 1. Data pada Tabel 1 diperoleh berdasarkan perhitungan dengan rumus-rumus sebagaimana diuraikan di depan dan sebagian dihitung berdasarkan asumsi.



Tabel 1. Parameter desain prototipe mesin penebar pupuk

No	Parameter agroteknis	Satuan	Nilai
1	Kebutuhan pupuk ( dosis)	kg/ha	200
2	Jarak tanam	cm	40
3	Dosis pupuk per meter dalam alur	gr	4
4	Jumlah penjatuhan pupuk dalam alur	kali/meter	5
5	Dosis pupuk setiap titik penjatuhan	gr	0,8
6	Kecepatan jalan mesin di lahan sawah	km/jam	2
7	<i>Ratio reduction gear</i> depan	-	1:37
8	<i>Ratio reduction gear</i> belakang	-	1:5
9	Putaran poros <i>engine</i>	rpm	4000
10	Putaran poros antara	rpm	785,16
11	Putaran poros roda penggerak	rpm	21,22
12	Putaran penakar pupuk	rpm	33,33
13	Berat jenis pupuk	g/ cm <sup>3</sup>	0,7
14	Diameter lubang penakar pupuk	mm	15
15	Tebal penakar pupuk	mm	8
16	Diameter penakar pupuk	mm	150
17	Jumlah lubang penakar pupuk tiap piringan	-	5
18	Jumlah alur penempatan pupuk	-	2
19	Lebar kerja ( 2 alur tanaman jarak tanam 20 cm)	m	0,40
20	Kapasitas kerja teoritis	ha/jam	0,11
21	Kapasitas kerja teoritis	jam/ha	9
22	Unit mesin pembenam pupuk:		
	• Panjang	mm	1450
	• Lebar	mm	550
	• Tinggi	mm	850
	• Bobot total operasi	kg	22

**Perhitungan Performance Prototipe Mesin**

Dengan mengacu pada kecepatan ideal dari setiap mesin budidaya tanaman di lahan yaitu 2 km/jam, diameter roda penggerak 0,5 meter, dan *ratio reduction gear* bagian depan 1:37 serta putaran *engine* 4.000 rpm diperoleh hasil perhitungan putaran poros roda sebesar 21,22 rpm berdasarkan perbandingan kecepatan ideal dengan diameter roda dikalikan dengan konstanta lingkaran ( $\pi$ ). Sedangkan hasil perhitungan putaran poros-antara sebesar 785,16 rpm berdasarkan perkalian antara putaran poros roda dengan *ratio reduction gear*. Perhitungan untuk *ratio reduction gear* bagian belakang diperoleh sebesar 5 berdasarkan perbandingan kecepatan *engine* dengan putaran poros-antara.

**Perhitungan Kebutuhan Pupuk**

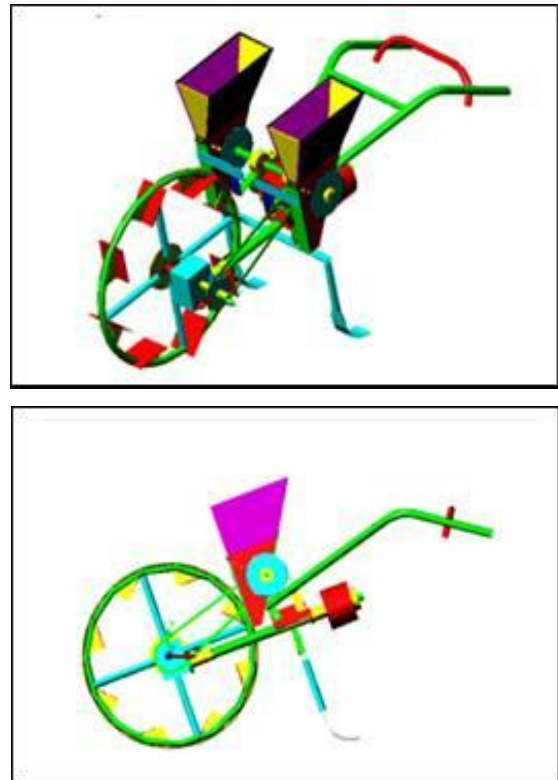
Pemberian pupuk berdasarkan kebutuhan pupuk urea dengan dosis 200 kg/ha. Jarak tanam untuk tanaman padi sawah 20 cm, sehingga untuk setiap langkah gerak maju prototipe mesin 1 meter diperoleh luas areal 0,2 m<sup>2</sup>. Dengan demikian diperoleh dosis pemberian pupuk 4 g/m<sup>2</sup>. Pola penjatuhan pupuk pada penakar pupuk diperoleh 5 kali penjatuhan setiap meter langkah maju, diperoleh berdasarkan perbandingan antara panjang alur 1 m dengan jarak tanam. Sehingga dosis pupuk untuk setiap kali penjatuhan sebesar 0,8 g yang diperoleh dari perbandingan dosis pemberian pupuk di dalam alur dengan banyaknya penjatuhan pupuk setiap meter.

### Perhitungan Ukuran Penakar Pupuk

Untuk luas areal tanaman sebesar  $0,2 \text{ m}^2$  diperoleh penjatuhan pupuk sebanyak 5 kali/m sehingga jumlah lubang penakar yang dibutuhkan sebanyak 5 lubang dan waktu yang dibutuhkan untuk menjatuhkan pupuk setiap meternya 0,03 menit/m sehingga putaran untuk menggerakkan penakar diperoleh 33,33 rpm berdasarkan perbandingan banyaknya penjatuhan pupuk per waktu yang dibutuhkan untuk menjatuhkan pupuk dengan jumlah lubang penakar.

Jika berat jenis pupuk sebesar  $0,7 \text{ g/cm}^3$  ( $700 \text{ kg/m}^3$ ) dan diameter lubang penakar 15 mm (1,5 cm) diperoleh luas lubang penakar  $1,767 \text{ cm}^2$  serta volume untuk 0,8 g pupuk sebesar  $1,429 \text{ cm}^3$  per lubang penakar. Berdasarkan parameter dan perhitungan perbandingan volume dengan luas per lubang penakar maka diperoleh ketebalan penakar 0,8 cm (8 mm). Dengan desain diameter penakar piringan 15 cm dengan asumsi pelubangan dilakukan dengan diameter 13,2 cm maka diperoleh keliling piringan sebesar 42,41 cm serta jarak antar lubang penakar sebesar 8,48 cm diperoleh dari perbandingan keliling penakar dengan jumlah lubang penakar.

Setelah perhitungan desain prototipe mesin diperoleh, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah desain dalam bentuk gambar sketsa (Gambar 2). Tahap desain gambar diperlukan secara lebih detail dengan mempertimbangkan bahan-bahan yang akan digunakan, meliputi kekuatan dan sifat bahan yang dimiliki. Tahap ini merupakan tahap dasar yang membutuhkan ketelitian dalam proses fabrikasi. Kesalahan pemilihan bahan akan mengakibatkan *performance prototipe* mesin kurang optimal.



Gambar 2. Perspektif gambar rancangan prototipe mesin pembenam pupuk

### Proses Fabrikasi dan Perakitan

Komponen fabrikasi utama yang difabrikasi meliputi penangkar pupuk (metering device), komponen stang kendali,udukan motor penggerak (engine) dan poros antara, hopper pupuk, roda dan skid yang ditunjukkan pada Gambar 3, 4, 5, dan 6.



Gambar 3. Proses fabrikasi komponen penakar pupuk (metering device)



Gambar 4. Proses fabrikasi komponen roda dan skid



Gambar 5. Proses fabrikasi komponen *reduction gear*



Gambar 6. Proses fabrikasi komponen *hopper*

### Uji Fungsional (Kalibrasi Laboratorium)

Data pengukuran bobot keluaran pupuk urea pada kalibrasi penakar pupuk (metering device) menunjukkan hasil rata-rata 7,30 gram pada 2 kali putaran roda dengan 1 *hopper*.

Sedangkan 2 kali putaran roda dengan 2 *hopper* 14,61 gram (Tabel 2). Pengujian lebih lanjut dengan 1 *hopper* untuk lintasan sepanjang 5 meter menghasilkan keluaran pupuk yang relatif sebanding dengan lintasan sepanjang 1 meter, masing-masing 19,75 gram dan 3,95 gram.

Tabel 2. Bobot keluaran pupuk urea pada 2 kali putaran ro

No.	2 kali putaran roda, 2 <i>hopper</i> , (gram)	2 kali putaran roda, 1 <i>hopper</i> , (gram)	No.	2 kali putaran roda, 2 <i>hopper</i> , (gram)	2 kali putaran roda, 1 <i>hopper</i> , (gram)
1	14,50	7,25	7	13,80	6,90
2	14,00	7,00	8	13,70	6,85
3	15,50	7,75	9	14,80	7,40
4	16,50	8,25	10	15,50	7,75
5	14,00	7,00	11	15,00	7,50
6	14,00	7,00	12	14,00	7,00
Rata - rata				14,61	7,30

Tabel 3. Bobot keluaran pupuk urea pada panjang lintasan 5 dan 1 meter untuk pengamatan satu sisi *hopper*

No.	Jarak tempuh 5 m, (gram)	Jarak tempuh 1 m, (gram)	No.	Jarak tempuh 5 m, (gram)	Jarak tempuh 1 m, (gram)
1	19,50	3,90	7	18,50	3,70
2	19,00	3,80	8	20,00	4,00
3	21,00	4,20	9	21,00	4,20
4	22,00	4,40	10	20,00	4,00
5	18,00	3,60	11	19,00	3,80
6	19,00	3,80	12	20,00	4,00
Rata - rata				19,75	3,95

Dengan dosis kebutuhan pupuk urea 200 kg/ha (8 gram per satu m jarak tempuh), maka prototipe mesin pembenam pupuk ini rata-rata mampu menebar pupuk 3,95 gram per meter pada salah satu sisi *hopper* atau 7,90 gram untuk kedua sisi *hopper*.

### Uji Fungsional di Tanah Kering/Konkrit

Setelah uji fungsional di Laboratorium (kalibrasi), maka dilanjutkan dengan uji fungsional di lapang pada tanah kering (konkrit)

dengan bahan pupuk urea. Data hasil uji fungsional lapang pada tanah kering disajikan dalam Tabel 4. Dari data Tabel 4 tersebut dapat dihitung dosis pupuk per hektar yang dapat ditanamkan oleh mesin pembenam pupuk, yaitu:

- Total luas area = 268,8 m<sup>2</sup> jumlah pupuk yang disebar = 5,4 kg
- Dosis pupuk per hektar = [(10.000 m<sup>2</sup>) / (268,8 m<sup>2</sup>)] x 5,4 kg = 200,89 kg / ha
- Kapasitas Kerja = (268,8 m<sup>2</sup>) / (14,66 menit) = 0,11 ha/jam = 9 jam/ha





Tabel 4. Data hasil uji pada tanah kering (konkrit)

No	Uraian tolok ukur	Nilai	No	Uraian tolok ukur	Nilai
1	Panjang, m	48	6	Kecepatan rata-rata, m/detik	0,68
2	Lebar, m	5,6	7	Berat pupuk urea, kg	5,4
3	Luas, m <sup>2</sup>	268,8	8	Volume bahan bakar, cc	164
4	Jumlah putaran mesin, kali	14	9	Konsumsi bahan bakar, cc/mnt	11,16
5	Total waktu tempuh, detik	352,8		liter/jam	0,67
	menit	14,66			

### KESIMPULAN

1. Dari hasil uji fungsional di laboratorium diperoleh berat keluaran pupuk pada 2 kali putaran dengan 1 *hopper* 7,90 gram. Prototipe mesin ini mampu menebar pupuk rata-rata 3,95 gram permeter panjang lintasan pada 1 sisi *hoppemya*;
2. Hasil uji lapang di tanah kering (konkrit) diperoleh kapasitas kerja 9 jam/ha dengan dosis pupuk 200,89 kg/ha;
3. Desain dan rekayasa prototipe mesin pembenam pupuk urea untuk lahan sawah selesai dilakukan melalui tahap perancangan dan fabrikasi dengan spesifikasi sebagai berikut: panjang 1.450 mm, lebar 550 mm, tinggi 850 mm, bobot total 22 kg, sistem transmisi *kopling sentrifugal* (*warm gear*) dengan motor bakar 2 tak.

### DAFTAR PUSTAKA

Adiningsih S., M. Soepartini, A. Kusno, Mulyadi, dan W. Hartati. 1994. *Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Sawah dan Lahan Kering*. Prosiding Temu Konsultasi Sumberdaya Lahan untuk Pembangunan Kawasan Timur Indonesia di Palu 17-20 Januari 1994.

Badan Litbang Pertanian. 2008. *Pemupukan Padi Sawah Spesifik Lokasi*. PuPS Versi 1.0. Badan Litbang Pertanian, dan IRRi.

Baharsyah, S. 1990. *Penghapusan Subsidi Pupuk suatu Tinjauan Ekonomi*. Hal. 1-7 dalam Pros. Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk V, Cisarua, 12-13

Nopember 1990. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

De Datta, S.K. 1981. *Principles and Practices of Rice Production*. John Willey & Sons, New York

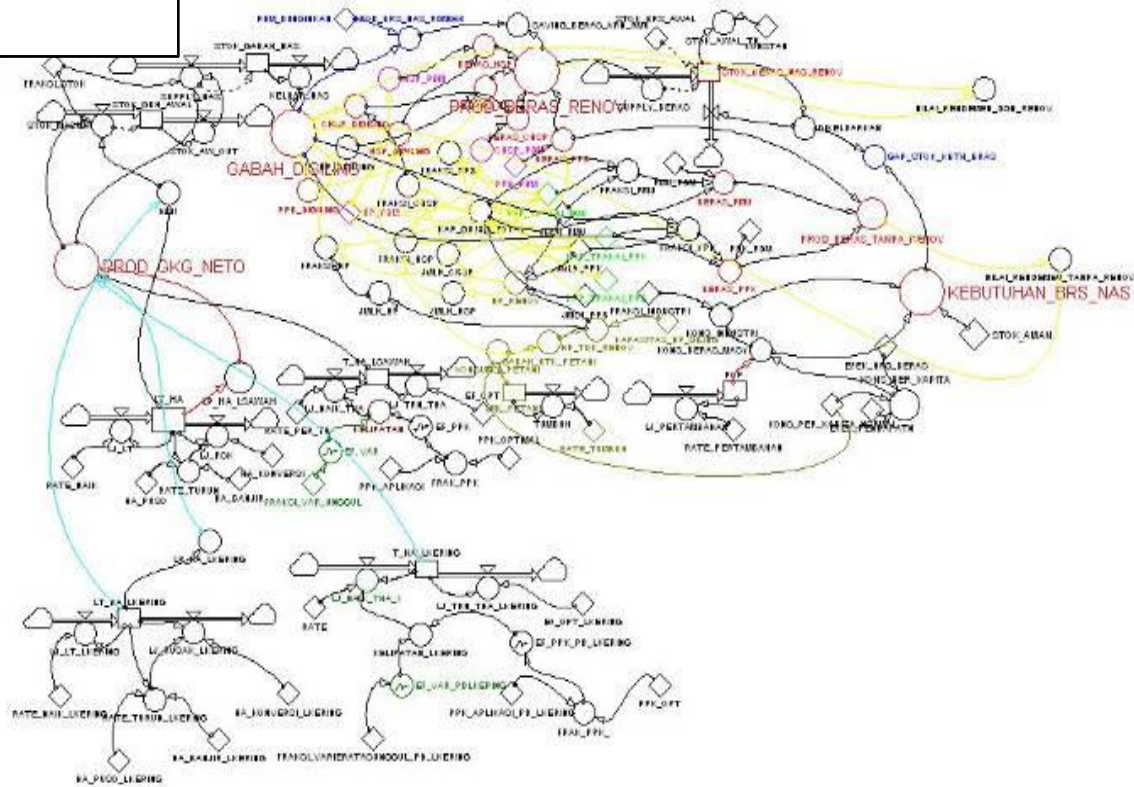
FAO. 1993. *Rice In Human Nutrition. Food and Nutrition Series*. FAO, Rome .

Harjono, D.A. Nasution, T.W. Widodo, dan C.Y. Purwanta. 1996. *Rekayasa Teknologi Prototipe Mesin Pembenam Urea Tablet Bermotor*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian TA 1995/1996, Balai Besar Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Serpong. (*Unpublished*).

Las, I., A.K. Makarim, Sumarno, S. Purba, M. Mardikarini, dan S. Kartaatmadja. 1999. *Pola IP Padi-300, Konsepsi dan Prospek Implementasi System Usaha Pertanian Berbasis Sumberdaya*. Badan Litbang Pertanian. 66 hal.

Partoharjono, S. 1999. *Upaya Peningkatan Efisiensi Penggunaan Pupuk Nitrogen untuk Menekan Emisi Gas N<sub>2</sub>O dari Lahan Sawah: Menuju Sistem Produksi Padi Berwawasan Lingkungan*. Risalah Seminar Hasil Penelitian Emisi Gas Rumah Kaca dan Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah, Bogor 24 April 1999. Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.

Prasetyo. 2002. *Buddaya Padi Sawah TOT*. Kanisius. Yogyakarta.



Pertanian, Bogor. 13 hal.

Tjahjohutomo R., C.Y. Purwanta, dan D.A. Nasution. 1994. *Rekayasa dan Rancang Bangun Alat Pembenam Pupuk Urea Bentuk Tablet*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian TA 1993/1994, Balai Besar Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Serpong. (Unpublished).