

Rancang Bangun dan Evaluasi Kinerja Lapang Prototipe II Aplikator Pupuk Cair, APIC¹

Desrial², M. Faiz Syuaib, Kusnanto, dan Ronal Heri

ABSTRAK

Pemupukan merupakan salah satu usaha peningkatan produksi yang penting dalam budidaya tebu lahan kering. Sejalan dengan usaha penggunaan pupuk organik, maka PT Rajawali Nusantara Indonesia bekerjasama dengan Departemen Teknik Pertanian IPB, mengembangkan Aplikator Pupuk Cair (APIC) untuk pemberian pupuk cair vinase dengan dosis dan cara penempatan pupuk yang tepat. Pada penelitian terdahulu, telah dihasilkan Prototipe I APIC dan kinerja lapangnya telah diuji di PG Jatitujuh. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan modifikasi dan penyempurnaan desain sehingga dihasilkan Prototipe II APIC, serta melakukan pengujian kinerja lapangnya. Penyempurnaan desain dan modifikasi dilakukan pada sudut potong pembuka alur, penambahan pemberat, peningkatan perbandingan transmisi pompa, dan penambahan distributor untuk keseragaman dosis aplikasi pada setiap alurnya. Dengan penyempurnaan rancangan ini diharapkan aplikasi pupuk cair dapat diberikan dengan dosis yang seragam dan penempatan pupuk cair ke dalam tanah mendekati akar tebu pada kedalaman 15-20 cm. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Sedangkan pengujian lapang dilakukan di PG Jatitujuh, Cirebon, Jawa Barat. Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode pendekatan rancangan berdasarkan pendekatan rancangan fungsional dan pendekatan rancangan struktural. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa pembuka alur dari Prototipe II APIC dapat berfungsi dengan baik dengan kedalaman alur rata-rata dengan menggunakan pemberat mencapai 21.2 cm pada kondisi tanah dengan tahanan penetrasi (CI) antara 2070 – 2560 kPa. Peningkatan perbandingan transmisi pompa juga telah menghasilkan debit pompa sesuai dengan yang diharapkan yaitu mencapai 6,22 l/s pada kecepatan putaran mesin 2000 rpm dan putaran PTO 540 rpm. Penambahan distributor juga telah dapat menyeragamkan keluaran pupuk cair pada setiap alur pupuk, dengan debit rata-rata per alurnya 1.57 l/s.

Kata kunci: *aplikator pupuk cair, pembuka alur, distributor, pompa PTO*

¹ Disampaikan dalam Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008

² Dosen Departemen Teknik Pertanian (TEP), Fakultas Teknologi Pertanian (Fateta), Institut Pertanian Bogor (IPB), Kampus IPB Darmaga PO Box 220 Bogor 16002, Telp/fax. (0251) 623026, e-mail: desrial@ipb.ac.id

A. PENDAHULUAN

Proses pemupukan merupakan suatu proses yang sangat penting dalam kegiatan budidaya tebu. Pemupukan adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk menambahkan unsur hara pada tanah sebagai media tanam. Tanah akan kekurangan unsur hara bila lahan ditanami secara intensif dalam waktu bertahun-tahun sehingga produktifitas tanaman tebu akan menurun. Dengan penambahan unsur hara baik organik maupun non organik akan dapat mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan produktifitas dari tanaman tebu.

Adapun pupuk yang diberikan ke dalam tanah dapat berupa pupuk butiran, pupuk dalam bentuk gas dan pupuk dalam bentuk cairan. Untuk menangani jenis pupuk yang beragam tersebut diperlukan peralatan khusus dengan cara pemberian yang berbeda pada tanah. Diharapkan dengan penggunaan alat pemupuk dapat menunjang kegiatan budidaya yang biasanya dilakukan manusia yang membutuhkan waktu yang lama dan kurang maksimal bila terus bekerja. Selain itu kondisi psikologis dan lingkungan kerja sangat berpengaruh pada kapasitas kerja. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi dari pemupukan tersebut baik dari segi waktu dan proses pelaksanaannya.

Dalam rangka meningkatkan produksi gula dan sekaligus untuk memanfaatkan limbah vinase dari pabrik spiritus sebagai pupuk organik maka PT Rajawali Nusantara Indonesia bekerjasama dengan Departemen Teknik Pertanian IPB, telah mengembangkan Aplikator Pupuk Cair (APIC). Aplikator pupuk cair ini dirancang untuk pemberian pupuk cair vinase dengan dosis dan cara penempatan pupuk yang tepat. Pada penelitian terdahulu, telah dihasilkan Prototipe I APIC dan kinerja lapangnya telah diuji di PG Jatitujuh. Dari hasil pengujian kinerja di lapang ditemukan beberapa hal yang masih perlu disempurnakan yaitu kedalam kerja dan keseragaman aplikasi pada setiap alur pemupukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menyempurnakan rancangan dari penelitian sebelumnya yaitu modifikasi sistem pembuka alur dan sistem penyalur pupuk dari aplikator pupuk cair (APIC). Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka modifikasi telah dilakukan pada bagian chisel pembuka alur, penambahan pemberat, perubahan rasio *gear box*, dan penambahan distributor penyalur pupuk. Dari penelitian ini dihasilkan Prototipe II Aplikator Pupuk Cair dengan kinerja telah diuji di lapangan dengan hasil yang lebih baik sebagaimana yang diharapkan.

B. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Agustus 2008. Modifikasi dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Budidaya Pertanian Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Uji fungsional dan struktural dilakukan di Laboratorium Lapangan Teknik Pertanian, Leuwikopo, Darmaga, Bogor serta pengujian kinerja lapang dilakukan di perkebun tebu PG Jatitujuh, Cirebon.

1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Satu unit *Personal Computer* (PC) dengan program MS Excel dan AutoCAD yang digunakan untuk perhitungan data dan desain gambar.
- b. Prototipe I Aplikator Pupuk Cair (APIC).
- c. Berbagai jenis besi dan baja konstruksi untuk pembuatan alat.
- d. Peralatan bengkel.
- e. Instrumen dan alat ukur kinerja mesin.

2. Lahan Pengujian

Lahan pengujian terdiri dari dua lokasi, yang pertama di Laboratorium Lapangan Leuwikopo Departemen Teknik Pertanian, IPB, dan yang kedua di areal PG Jatitujuh, Cirebon. Pengukuran kondisi lahan percobaan dilakukan untuk memperoleh data tentang sifat – sifat tanah yang berhubungan dengan pengoperasian alat. Pengukuran kondisi tanah saat pengukuran meliputi : a) Kerapatan isi tanah, b) Kadar air, dan c) Tahanan penetrasi. Pengukuran penetrasi tanah dilakukan dengan *penetrometer* dengan kerucut (*cone*) berpenampang 2 cm².

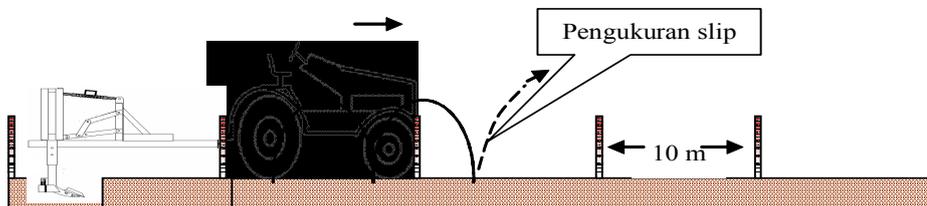
3. Pengujian Kinerja

Pengujian kinerja meliputi pengujian fungsional dan pengujian kinerja lapang. Pengujian fungsional dilakukan di Lab. Lapangan Luewikopo yang bertujuan untuk mengevaluasi apakah setiap mekanisme dan komponen berfungsi secara baik sesuai dengan yang direncanakan. Setelah uji fungsional selesai dan semua mekanisme dan komponen bekerja dengan baik, maka dilanjutkan dengan uji kinerja di lapang. Parameter yang diamati pada uji kinerja adalah kedalaman dan profil pembukaan alur, debit pompa dan keseragaman

aplikasi dari pipa penyalur pada setiap pembuka alurnya. Pengujian kinerja pendahuluan di lakukan di Lab. Lapangan Leuwikopo, IPB dan uji kinerja lapang dilakukan di PG Jatitujuh Cirebon.

a. Kinerja Pembuka Alur

Pengujian kinerja di Lab. Lapangan Leuwikopo, IPB menggunakan traktor roda empat merek Deutz 7206 yang menarik aplikator pupuk cair yang telah dirangkai dengan *trailer*. Transmisi yang dipakai oleh traktor tersebut adalah *low 2* dan putaran *engine* 1500 rpm. Kecepatan maju traktor diukur dengan cara membagi jarak tempuh sejauh 10 meter dengan waktu tempuh aktual. Saat traktor beroperasi, besar slip yang terjadi pada roda belakang sebelah kiri dan kanan dihitung pada setiap kali 5 putaran roda dengan mengukur jarak tempuhnya menggunakan meteran. Jarak tempuh traktor dalam satu kali lintasan adalah 50 meter. Kedalaman kerja diukur untuk setiap chisel sebanyak 5 titik pengukuran sepanjang lintasan tersebut. Pengujian aplikator dilakukan dengan 5 buah variasi pemberat yang diletakkan pada bagian kiri dan kanan atas rangka aplikator. Ilustrasi pengukuran kinerja aplikator pupuk cair ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Sketsa pengukuran kedalaman kerja pembuka alur dan slip roda

b. Kinerja Pompa dan Sistem Penyalur Pupuk

Pengukuran kecepatan putaran poros *pto* dilakukan pada poros *output gear box* dengan menggunakan *tachometer digital*. Pengukuran dilakukan sebanyak lima kali ulangan tiap lintasan pengukuran kemudian hasilnya dirata-ratakan. Debit merupakan volume (m^3) air yang keluar persatuan waktu (detik). Debit pompa diukur dengan cara langsung yaitu dengan menggunakan wadah yang diketahui volumenya dan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengisi penuh wadah tersebut Bull dan Kalsim (2003).

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (1)$$

dimana Q = debit air (m^3/s)
 V = volume air (m^3)

Debit aplikasi perhektar dihitung dengan persamaan (Frans J. Daywin, et.al, 1999) berikut ini :

$$Q = \frac{10000 * V}{W * v} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana Q = volume per satuan luas aplikasi (l/ha)
 V = volume yang keluar dari pompa (liter/menit)
 W = lebar olah kerja (meter)
 v = kecepatan maju (meter/menit)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Modifikasi Mekanisme Pembuka Alur

a. Penambahan Pemberat

Desain pemberat dibuat dari bahan beton berdimensi 62 x 20 x 12,5 cm. Pada bagian samping beton diberi lekukan agar mudah diangkat atau dipindahkan. Pemberat ini dirancang dengan berat rata-rata 30 kg sebanyak 10 buah. Pemberat dibuat bervariasi (banyak) untuk mengetahui berat optimal alat yang menyebabkan *chisel* bekerja hingga kedalaman 20 cm (**Gambar 2**). Pemberat yang telah jadi ditempatkan diatas rangka/dudukan *chisel* masing-masing dipasang pada bagian kiri dan bagian kanan dengan kombinasi yang sama. Pemberat dibuat dari beton karena pembuatannya mudah, bahan dan alat banyak tersedia, dan harganya relatif murah.

Pemberat tambahan

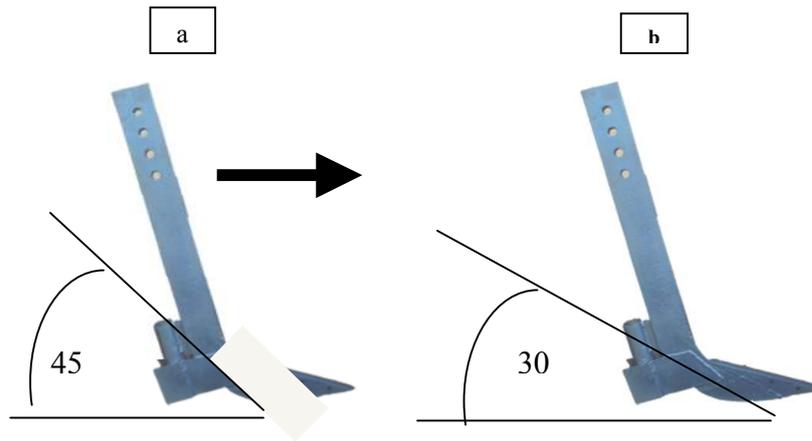


Gambar 2. Penambahan pemberat pada rangka pembuka alur

Agar beton yang dipasang kokoh dan tidak lepas dari dudukan maka pada keempat sudutnya dipasang besi siku sehingga terlihat seperti rumah pemberat. Dalam pembuatannya, rumah pemberat diberi *clearence* sebesar 5 - 10 mm supaya pemasangannya mudah. Kemudian setelah pemberat dipasang, pada bagian beton paling atas ditahan dengan pengunci. Pengunci dipasang pada lubang berdiameter 20 mm di bagian tengah besi siku. Jarak tiap lubang sebesar 12,5 mm.

b. Perubahan Sudut Potong *Chisel*

Sudut potong/kemiringan sepatu *chisel* sangat berpengaruh pada proses pembuatan alur. Pada penelitian sebelumnya sudut potong yang dipakai adalah 45° tetapi *chisel* tidak dapat masuk ke tanah hingga kedalaman yang diinginkan. Dengan kemiringan 45° ini gaya komponen gaya vertikal yang bekerja pada bagian atas dari sepatu *chisel* tidak cukup besar, sehingga *chisel* cenderung untuk naik ke atas. Oleh karena itu sudut potong *chisel* diperkecil menjadi 30° agar komponen gaya yang menekan sepatu *chisel* lebih besar dan mampu menekan *chisel* masuk lebih dalam lagi (**Gambar 3**).



Gambar 3. Perubahan sudut potong *chisel* dari (a) sudut 45° menjadi (b) sudut 30°

2. Modifikasi Sistem Penyaluran Pupuk Cair

a. Peningkatan rasio transmisi *gear box*

Gear box berfungsi sebagai tempat dudukan pompa langsung ke PTO traktor dan sekaligus meningkatkan kecepatan putar PTO sesuai dengan spesifikasi pompa. Pada awalnya pompa dirancang untuk menghasilkan debit pupuk cair 6 liter/detik dengan putaran pompa yang diharapkan 2000 rpm dengan penggunaan PTO 1000 rpm, sehingga pada rancangan awal *gearbox* menggunakan perbandingan jumlah gigi yang digunakan yaitu 42 : 18. Namun demikian, pada pengujian lapang di PG Jatitujuh, ternyata semua traktor milik PG hanya menggunakan PTO dengan kecepatan 540 rpm. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan kecepatan putar pompa 2000 rpm diperlukan rasio transmisi yang lebih besar. Pada proses modifikasi ini dirancang *gearbox* (**Gambar 4**) dengan jumlah gigi penggerak yang digunakan yaitu 73, dan gigi yang digerakkan berjumlah 18, atau perbandingan yang digunakan 1 : 4.05.



Gambar 4. *Gear box* dan pompa dipasang langsung pada PTO

b. Penambahan Distributor

Pada rancangan sebelumnya penyaluran pupuk dari pompa ke selang penyalur melalui pipi pembagi aliran. Namun demikian pembagian aliran menjadi tidak merata khususnya apabila posisi aplikator dalam keadaan miring. Oleh sebab itu, pada modifikasi rancangan ini untuk menyeragamkan debit pupuk yang dialirkan pada setiap alurnya, maka pupuk dialirkan terlebih dahulu dari pompa ke distributor (penjatah). Pada distributor terdapat empat lubang pengeluaran yang dipasangkan selang berserat dan kemudian disalurkan ke keempat *nozel* pada *chisel* (**Gambar 5**). Dengan penambahan distributor ini maka setiap selang penyalur memiliki tekanan aliran yang sama sehingga menghasilkan debit yang merata.



Gambar 5. Distributor penyalur pupuk cair ke pembuka alur

3. Pengujian Kinerja di Laboratorium Lapangan Leuwikopo TEP-IPB

a. Kondisi Lahan

Pengukuran kondisi lahan lokasi pengujian menunjukkan bahwa kadar air tanah pada lahan pengujian berkisar antara 17,2 % sampai 19,9 % dan cenderung meningkat dengan penambahan kedalaman. Sedangkan nilai kerapatan tanah tidak menunjukkan perbedaan yang berarti pada tiap kedalaman. Nilainya berkisar antara 1,19 g/cm³ sampai 1,27 g/cm³. Tahanan penetrasi berkisar antara 2092 kPa s/d 2560 kPa dimana tahanan penetrasi cenderung turun untuk kedalaman 5 hingga 20 cm.

b. Kinerja Pembuka Alur

Pengujian alat dilakukan sebanyak 3 kali dengan kombinasi *chisel* yang berbeda. Perbedaan pengukuran ini dengan mengatur pasangan baut *chisel* pada lubang dudukan *chisel*. Pengukuran pertama pada kombinasi paling dangkal yaitu dengan kedalaman teoritis yang terukur adalah 18 cm. Data yang telah diambil disajikan pada Tabel 1 dan selengkapnya pada lampiran 3.

Tabel 1. Data hasil uji kinerja aplikator pupuk cair I
(kedalaman teoritis : 18 cm)

Banyak Pemberat	Kedalaman (cm)	Slip (%)	Kecepatan (m/s)
0	14,23	18,03	0,60
1	14,43	18,37	0,66
2	18,63	24,55	0,56
3	19,68	26,17	0,54
4	22,35	37,00	0,39
5	-	-	-

Dari hasil **Tabel 1.** dapat dikatakan bahwa aplikator pupuk cair dapat bekerja dengan baik hingga kedalaman lebih dari 20 cm. Dengan penambahan pemberat, kedalaman *chisel* makin bertambah. Pada kombinasi 4 pemberat pada sisi kanan dan kiri, *chisel* mampu menembus kedalaman 22,35 cm. Pengukuran dengan 5 pemberat tidak dapat dilakukan terukur karena traktor yang digunakan tidak mampu lagi menarik aplikator pupuk cair.

Pengukuran kedua dilakukan dengan menurunkan *chisel* 5 cm ke lubang dibawahnya. Kedalaman teoritis yang terukur adalah 23 cm. Data pengukuran disajikan pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Data hasil uji kinerja aplikator pupuk cair II
(kedalaman teoritis : 23 cm)

Banyak Pemberat	Kedalaman (cm)	Slip (%)	Kecepatan (m/s)
Tanpa	13,51	8,36	0,62
1	14,85	14,33	0,61
2	17,9	18,24	0,59
3	16,85	26,84	0,48
4	21,15	27,70	0,37
5	26,25	-	-

Seperti terlihat pada tabel diatas pengujian alat dengan menurunkan *chisel* 5 cm lebih dalam diperoleh data bahwa secara umum kedalaman akan meningkat seiring pertambahan

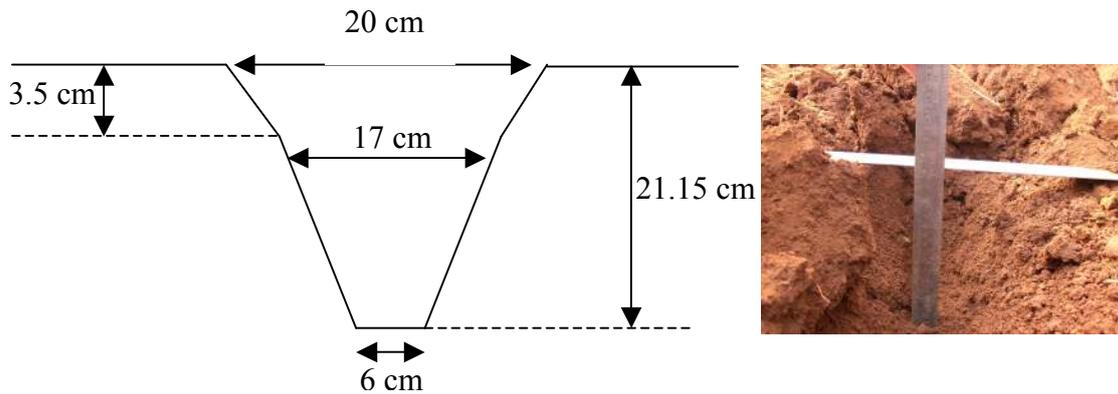
pemberat. Akibatnya slip yang terukur bertambah besar dan kecepatan traktor semakin menurun. Untuk pengukuran dengan 5 pemberat, slip dan kecepatan tidak terukur karena traktor sudah tidak kuat menarik implemen dan terjadi *jumping*. Pada saat pengukuran dengan 3 pemberat diperoleh kedalaman rata-rata sebesar 16,85 cm, ini menunjukkan adanya penurunan kedalaman karena pada saat pengujian *chisel* sebelah kanan tidak masuk kedalam tanah. Kejadian ini sering terjadi karena rangka *chisel* tidak menempel ke bagian rangka utama sehingga kedalaman yang diperoleh dari *chisel* tidak seragam.

Berdasarkan hasil perlakuan dengan penambahan kedalaman *chisel* serta kombinasi penambahan pemberat, dapat direkomendasikan bahwa dengan penambahan kedalaman *chisel* 5 cm dari posisi awal dan 4 pemberat sudah menunjukkan hasil yang diharapkan untuk pembuka alur pupuk dengan kedalaman lebih besar dari 20 cm. Visualisasi saat pengujian di tunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Proses pengujian aplikator pupuk cair

Untuk keperluan analisa volume cairan yang mampu ditampung oleh alur pupuk maka perlu dilakukan perhitungan volume dari pembuka alur yang terjadi. Gambar profil pembukaan alur disajikan pada **Gambar 7**. Ukuran penampang diambil dari jumlah pemberat yang direkomendasikan yaitu pada pengaturan kedalaman teoritis *chisel* 23 cm dengan 4 pemberat sebesar 21,15 cm. Luas penampang dapat dihitung dengan pendekatan matematis luas trapesium. Sehingga luas alur adalah $267,73 \text{ cm}^2$. Dalam satu meter volume yang didapat $26772,5 \text{ cm}^3$. Pada aplikator pupuk cair ini terdapat 4 pembuka alur yang berarti volume cairan yang mampu ditampung saat bekerja adalah 107090 cm^3 per meter ($107,1 \text{ l/m}$). Dengan perkiraan kecepatan maju 1 m/s maka volume cairan yang disalurkan adalah 24 l/m , sehingga alur yang dihasilkan sangat memadai untuk menampung pupuk cair yang disalurkan.



Gambar 7. Profil melintang alur pupuk

c. Pengujian Debit Pompa

Untuk pengujian debit pompa dilakukan pada saat diam atau tidak pada saat pengoperasian di lahan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menampung air yang keluar dari keempat selang pengeluaran pada distributor dengan menggunakan wadah penampung dengan waktu yang telah ditentukan. Untuk waktu pengukurannya diukur selama 5 detik, hal ini disebabkan karena keterbatasan daya tampung ember yang ada karena debit yang dihasilkan pada proses pengujian sangat besar. Setelah itu air yang tertampung pada ember diukur volume yang tertampung dengan 5 detik tersebut dengan menggunakan gelas ukur.

Pengukuran debit pompa dilakukan pada beberapa tingkat *rpm engine*, *rpm* yang digunakan untuk pengujian ini yaitu, 1500 *rpm*, 1600 *rpm*, 1700 *rpm*, 1800 *rpm*, 1900 *rpm*, dan 2000 *rpm*. Data hasil pengujian debit pompa dengan tingkat *rpm engine* yang berbeda disajikan pada **Tabel 4.** berikut ini.

Tabel 4. Data hasil pengujian debit pompa dengan tingkat *rpm engine* yang berbeda.

RPM PTO Teoritis	RPM engine	RPM PTO aktual	Debit rata-rata (liter/detik)
540	1500	412.33	4.38
540	1600	431.33	4.87
540	1700	456.00	5.25
540	1800	491.67	5.36
540	1900	515.67	5.85
540	2000	541.33	6.22

Semakin besarnya tingkat *rpm engine* yang digunakan maka debit yang dihasilkan pompa juga semakin besar. Dari data diatas terlihat bahwa pada *rpm teoritis pto 540 rpm* dan *rpm engine 2000* debit yang dihasilkan 6.22 liter/detik. Debit yang dihasilkan pada tingkat *rpm engine 2000* ini telah memenuhi dari target teknis dalam pendesainan aplikator pupuk cair ini yaitu 6 liter/detik. Jadi dalam pengoperasian di lapang tingkat *rpm engine* yang digunakan dengan *rpm teoritis pto 540 rpm* yaitu 2000 *rpm* sehingga target teknis dalam pemupukan dapat dicapai.

d. Pengujian Keseragaman Distribusi

Pengujian berikut yang dilakukan adalah pengujian terhadap keseragaman debit pada selang pengeluaran distributor. Keseragaman pada distributor juga dilakukan pada tingkat *rpm engine* yang berbeda. Pengukuran dilakukan dengan menampung aliran pada keempat selang pengeluaran. Hasil pengujian keseragaman debit pada distributor dengan tingkat *rpm engine 2000* ditampilkan pada Tabel 4. Dari hasil tersebut terlihat bahwa debit pada masing-masing selang pengeluaran pada distributor mendekati seragam. Ini dapat dilihat dari besarnya nilai standar deviasi yang didapatkan dari ke empat selang pengeluaran yaitu 0.073 yang memperlihatkan tingkat keseragaman aliran yang baik..

Tabel 5. Data hasil pengujian keseragaman debit distributor dengan tingkat RPM engine 2000

Ulangan 1	volume (l)	waktu (s)	debit (l/s)
Wadah 1	7.95	5.28	1.51
Wadah 2	8.02	5.28	1.52
Wadah 3	8.80	5.28	1.67
wadah 4	8.30	5.28	1.57
Total	33.07	Debit total	6.26
ST _{DEV}			0.073

4. Pengujian Kinerja Lapang di PG Jatitujuh

a. Pengukuran Debit Pompa

Pada pengujian debit pompa di PT.PG. Jatitujuh digunakan traktor New Holland TM150 dengan putaran poros PTO 540 rpm dan putaran engine 1800 rpm. Hasil pengukuran debit tersebut diperlihatkan pada **Table 6**.

Tabel 6. Data hasil pengujian keseragaman debit distributor dengan tingkat rpm engine 1800

Ulangan 1	volume (l)	waktu (s)	debit (l/s)
Wadah 1	5.80	5.22	1.111
Wadah 2	5.80	5.22	1.111
Wadah 3	5.70	5.22	1.092
wadah 4	5.55	5.22	1.063
Total	22.85	rata -rata	4.377
ST _{DEV}			0.023

Dari pengujian yang dilakukan di Jatitujuh, debit pompa rata-rata pada yang dihasilkan pada tingkat RPM PTO teoritis 540 rpm dan rpm engine 1800 yaitu sebesar 4.37 liter/detik dan putaran yang dihasilkan pada pompa yaitu 2043 rpm dengan lebar pengolahan sebesar 2.7 meter dengan kecepatan maju yang diperoleh yaitu sebesar 1.2 meter/detik. **Tabel 7** menunjukkan data hubungan kecepatan maju pemupukan, debit pompa dan lebar pengolahan dengan debit aplikasi yang dihasilkan.

Tabel 7. Data hubungan kecepatan maju pemupukan, debit pompa, kecepatan maju dengan debit aplikasi yang dihasilkan

	Pengukuran 1	Pengukuran 2	Pengukuran 3	Rata-rata
(W) Lebar olah (meter)	2.7	2.7	2.7	2.7
(v) Kecepatan maju (m/menit)	67.2	72.6	70.8	70.2
(V) debit keluar pompa (liter/menit)	262.62	254.88	266.16	261.22
(Q) volume per satuan luas aplikasi (l/ha)				13781.78

Debit aplikasi yang didapatkan yaitu sebesar 13781 liter/ha, debit aplikasi ini lebih besar dari debit aplikasi yang diinginkan yaitu 9000 liter/ha. Hal ini disebabkan karena rendahnya kecepatan maju pemupukan yang didapatkan pada pengukuran (1,2 m/s) dibandingkan pada pengukuran sebelumnya (1,8 m/s). Apabila kecepatan maju yang digunakan sama dengan pengukuran pada penelitian sebelumnya yaitu 1,8 m/s, maka debit aplikasi didapatkan sebesar 8 958 liter/ha dan hal ini sudah mendekati dosis aplikasi yang diinginkan yaitu 9000 liter/ha.

b. Kinerja Pembuka Alur

Dari hasil pengujian kondisi lahan di PG Jatitujuh secara umum kondisi tanah di PG Jatitujuh lebih kering (kadar air 9,5%) dan lebih keras (skala penetrometer sudah melebihi nilai maksimum, > 2500 kPa) dari kondisi lahan di Leuwikopo. Dengan berkurangnya kadar air dan tingkat padatan tanah yang tinggi menyebabkan tahanan tarik pada aplikator pupuk cair lebih besar dari tahanan tarik saat pengukuran di Leuwikopo.

Pengujian aplikator pupuk cair dengan cara trailer dan alat ditarik dengan traktor New Holland TM150 berdaya 150 Hp. Saat pengukuran traktor dioperasikan pada putaran mesin 1800 rpm dan transmisi *low* 2. Hasil pengukuran dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Data hasil uji kinerja aplikator pupuk cair di PG jatitujuh

Banyak Pemberat	Kedalaman (cm)	Slip (%)	Kecepatan (m/s)
1	13.43	7.35	1.17
3	15.05	6.92	1.05
5	14.95	7.05	1.04

Dari data pada **Tabel 8** dapat disimpulkan bahwa aplikator pupuk cair telah bekerja dengan baik dan semua bagian berfungsi. Adapun besarnya kedalaman tidak mencapai target yang diinginkan (20 cm) dikarenakan trailer yang digunakan pada pengujian terlalu tinggi (bukan trailer yang dirancang sebelumnya), sehingga kedalaman maksimum teoritis hanya 15 cm. Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa jumlah pemberat juga tidak berpengaruh pada kedalaman pembuka alur. Pada waktu pengujian posisi *chisel* pada kombinasi lubang yang paling bawah dan piston hidrolik pada posisi batas maksimum. Kisaran kedalaman yang didapatkan adalah 12 – 18 cm didalam tanah. Dari tiga perlakuan tersebut slip yang terjadi berkisar 6 – 8 %. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya tahanan tarik dari pemakaian implemen ini masih bisa diatasi oleh traktor penarik sehingga slip yang terjadi relatif kecil. Kondisi pengujian ditunjukkan pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Pemasangan pemberat pada saat pengujian

D. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil menyempurnakan rancangan aplikator pupuk cair yang diberi nama dengan Prototipe II Aplikator Pupuk Cair (APIC). Prototipe II APIC telah diuji kinerja fungsional maupun kinerja lapangnya sebagaimana yang disimpulkan pada butir berikut ini.

1. Pembuka alur aplikator pupuk cair hasil modifikasi telah berhasil dibuat dan diuji kinerjanya dengan baik. Kedalaman kerja pembuka alur saat pengukuran di Leuwikopo IPB mencapai kedalaman lebih dari 20 cm didalam tanah pada posisi pengaturan kedalaman 18 cm. Kedalaman kerja pembuka alur saat pengujian di PG Jatitujuh mencapai kedalaman rata-rata 14.47 cm pada posisi pengaturan kedalaman 15 cm.
2. Alur yang terbentuk oleh *chisel* pembuka alur dapat menampung volume cairan yang disalurkan sehingga semua pupuk yang diaplikasikan dapat langsung masuk ke dalam tanah sebagaimana yang diharapkan.
3. Debit pompa hasil pengujian dari beberapa ulangan pada tingkat rpm pto 540 rpm dan rpm *engine* 2000 di Leuwikopo diperoleh sebesar 6.23 liter/detik sementara pada pengujian di PG Jatitujuh didapatkan debit sebesar 4.35 liter/detik pada putaran rpm pto teoritis 540 rpm *engine* 1800 rpm.
4. Penambahan distributor telah berhasil membuat debit aliran yang seragam untuk setiap pembuka alur sehingga target keseragaman dosis dapat tercapai.
5. Setelah penyempurnaan desain, dosis aplikasi 9000 l/ha dapat dicapai dengan kecepatan maju traktor 1.8 m/s dan kapasitas lapang teoritis 1,75 ha/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Daywin, F.J., dkk. 1999. *Mesin-Mesin Budidaya Pertanian di Lahan Kering*. IPB Press. Bogor.
- Fauzi, Indra. 2006. *Uji Kinerja Aplikator Pupuk Cair Tipe Trailing (APIC) Untuk Budidaya Tebu Pada Lahan Kering*. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Kepner, R.A., Beiner, R. and Berger, E.L. 1987. *Principles of Farm Machinery*. Avi Publishing Company, Inc. Connecticut.
- Muhammad,W. *Rancang Bangun Pembuka Alur Aplikator Pupuk Cair dengan Mekanisme Tiga Titik Gandeng*. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, FATETA IPB. Bogor.
- Norton, R.L. 1993. *Design of Machinery*. McGraw-Hill, Inc. Massachusetts.
- Smith, D.W., Sims, B.G., and O'Neill, D.H. 1994. *Testing and Evaluation of Agricultural Machinery and Equipment*. FAO Press. Italy.
- Somantri, Tatang. 2006. *Rancang Bangun Sistem Penyalur Pada Aplikator Pupuk Cair*. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Srivastava, Ajit K. Carroll E. Goering dan Roger P. Rohrbach. 1993. *Engineering Principles Of Agricultural Machines*. ASAE. Michigan, USA.
- Ullman, D.G. 1992. *The Mechanical Design Process*. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Walpole, R.E. 1988. *Pengantar Statistika*. Edisi Ketiga. Jakarta : PT. Gramedia.