

**Rancang Bangun Dan Pengujian Aplikator Pupuk Cair
Untuk Budidaya Tebu Lahan Kering**

Desrial¹, M. Faiz Syaib¹ dan Sonny Nurmachsyah²

¹⁾ Dosen pada Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Telp/Fax
(0251) 623026, e-mail desrial@ipb.ac.id

²⁾ PT Rajawali Nusantara Indonesia

Abstrak

Salah satu usaha peningkatan produksi dalam budidaya tebu dapat dilakukan dengan pemberian pupuk cair vinase dengan dosis dan cara penempatan pupuk yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancang bangun dan melakukan pengujian kinerja aplikator pupuk cair vinase dengan menggunakan mekanisme pembuka alur dan pompa penyalur cairan. Dengan 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. Pengujian fungsional di PG Jatitujuh menunjukkan bahwa aplikator pupuk cair dapat berfungsi dengan baik namun masih terdapat beberapa kekurangan yang perlu disempurnakan sesuai dengan kondisi di lapangan dengan tanah yang sangat keras. Dari hasil pengujian di PG Jatitujuh, diperoleh kedalaman kerja yang dapat dicapai berkisar antara 8 cm sampai 21 cm, dengan rata-rata kedalaman 13,2 cm. Volume aplikasi aktual sebesar 4629.62 l/ha dengan kecepatan maju traktor 1.83 m/s dan kecepatan PTO TRaktor 540 rpm. Hasil perhitungan kapasitas kerja lapang teoritis sebesar 1.78 ha/jam, sedangkan kapasitas kerja lapang efektif sebesar 0.84 ha/jam sehingga didapat efisiensi kerja alat sebesar 47.54%.

Kata kunci: aplikator pupuk cair, mekanisme tiga titik gandeng, pembuka alur

PENDAHULUAN

Gula merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia. Hal ini berdampak pada pabrik gula sebagai produsen gula menjadi salah satu tulang punggung perekonomian Indonesia dan menjadi modal penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Sejauh ini pabrik gula belum dapat memenuhi kebutuhan gula sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang meningkat lebih cepat. Usaha peningkatan produksi ini dapat dicapai dengan penggunaan teknologi dan mesin-mesin dalam kegiatan industrinya baik dalam hal budidaya maupun proses produksi gula. Salah satu usaha peningkatan produksi dalam hal budidaya tebu dapat dilakukan dengan usaha

pemupukan. Alat aplikator pupuk cair yang saat ini digunakan di PG Jatitujuh dipandang masih belum memadai secara teknis.

Sistem pengeluaran cairan masih menggunakan aliran bebas dengan gaya gravitasi dan aplikasinya dipermukaan tanah. Dengan cara demikian maka keseragaman dosis pemupukan akan susah didapat. Hal ini disebabkan saat tangki dalam kondisi penuh maka tekanan cairan

akan tinggi sehingga aliran pupuk cair yang mengalir debitnya tinggi atau berlebih. Sebaliknya apabila tangki dalam keadaan hampir kosong dengan tekanan rendah maka cairan yang keluar akan sedikit.

Setelah mengamati mekanisme kerja aplikator pupuk cair yang ada dan memperhatikan aspek teknis yang diharapkan maka tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan rancang bangun dan pengujian aplikator pupuk cair dengan menggunakan mekanisme pembuka alur dan pompa penyalur cairan. Dengan penyempurnaan rancangan ini diharapkan aplikasi pupuk cair dapat diberikan dengan dosis yang seragam dan penempatan pupuk di dalam tanah mendekati akar tebu pada kedalaman 15-20 cm.

Tujuan penelitian ini adalah untuk rancang bangun aplikator pupuk cair dengan mekanisme tiga titik gandeng serta melakukan uji fungsional dan uji kinerja di lapangan.

BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Alat dan Mesin Budidaya Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, sedangkan pengujian lapang dilakukan di PG Jatitujuh, Cirebon.

B. Alat dan Bahan

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

1. Satu unit *Personal Computer* (PC) dengan program MS Excel dan AutoCAD yang digunakan untuk perhitungan data dan desain gambar.
2. Model alat pemupuk cair hasil rancangan dari kayu.
3. Berbagai jenis besi dan baja konstruksi untuk pembuatan alat
4. Peralatan bengkel.
5. Instrumen dan alat ukur kinerja mesin.

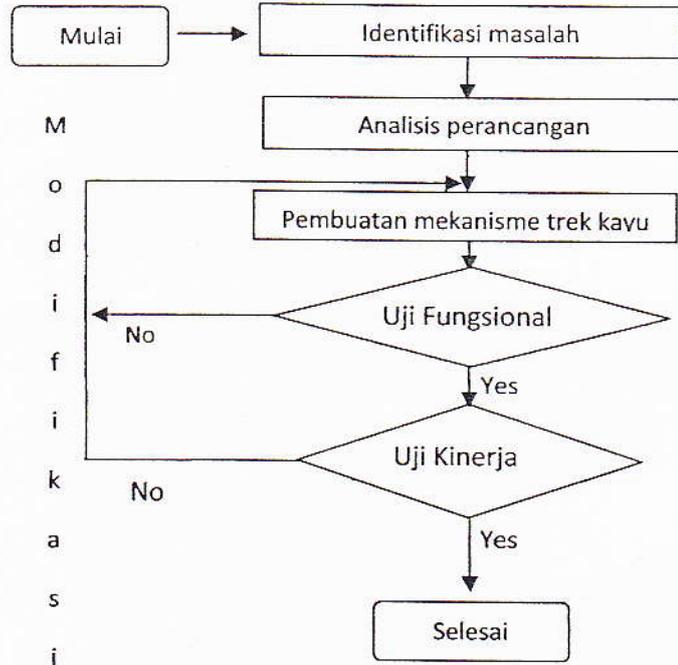
C. Lahan Pengujian

Lahan pengujian terdiri dari dua lokasi, yang pertama di laboratorium lapangan Departemen Teknik Pertanian, IPB, dan yang kedua di areal PG Jatitujuh. 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 cm^2 .

D. Tahapan Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode pendekatan rancangan secara umum yaitu berdasarkan pendekatan rancangan fungsional dan pendekatan rancangan struktural (Harsokoesoemo, 1999). Tahapan dari penelitian yang akan dilaksanakan yaitu seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Analisis perancangan terdiri dari analisis fungsional dan analisis struktural yang dilengkapi dengan analisis teknik. Dalam analisis fungsional dilakukan penentuan komponen-komponen yang diperlukan untuk membuat aplikator pupuk cair. Sedangkan analisis struktural menentukan bentuk dan komponen-komponen yang sesuai dengan besarnya kebutuhan bahan yang telah dianalisis melalui pendekatan-pendekatan teoritis.

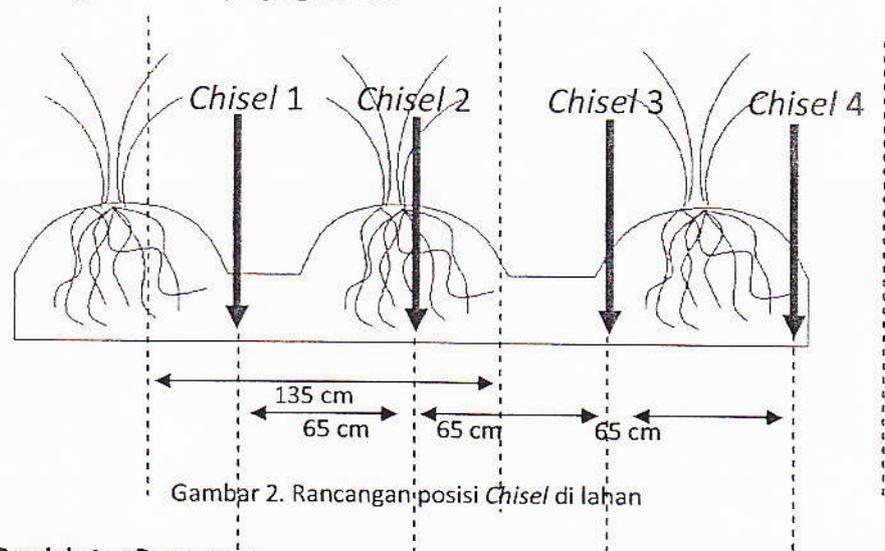
PENDEKATAN RANCANGAN

A. Kriteria Perancangan

Perancangan aplikator pupuk cair dengan mekanisme tiga titik gandeng memerlukan perhitungan dan analisis untuk memperoleh kinerja yang diharapkan. Kedalaman operasi yang diharapkan dari alat ini yaitu 15 – 20 cm dibawah permukaan tanah. Komponen atau bagian dari aplikator pupuk cair yang paling berperan adalah pembuka alur. Pada saat beroperasi posisi pisau

pembuka alur berada pada posisi paling bawah. Pada saat belok pembuka alur harus diangkat untuk menghindari gaya samping yang dapat merusak alat dan aliran pupuk juga berhenti pada saat berputar. Untuk keperluan transportasi, pisau pembuka alur harus diangkat dengan ketinggian ± 30 cm di atas permukaan tanah. Proses naik turunnya implemen ini menggunakan mekanisme tiga titik gandeng dengan tenaga hidrolik sebagai unit penggerak gaya untuk mengangkat.

Jarak tanam tanaman tebu adalah 135 cm. Pupuk cair akan ditempatkan pada alur sepanjang barisan tanaman. Jarak alur pupuk dengan tanaman ± 30 cm. Untuk satu kali lintasan alat ini mampu mengisi empat alur pupuk. Letak alur pupuk untuk satu kali lintasan disajikan pada Gambar 2. Dari pertimbangan di atas rangka dibuat sepanjang 220 cm.



B. Pendekatan Rancangan

Pendekatan rancangan berdasarkan pendekatan rancangan fungsional dan pendekatan rancangan struktural. Pendekatan rancangan fungsional dilakukan untuk menghasilkan desain komponen yang sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Pendekatan rancangan struktural dilakukan untuk menentukan dan memilih struktur yang digunakan dalam pembuatan prototipe. Rancangan struktural dari keseluruhan alat sangat dipengaruhi oleh bentuk material atau bahan yang digunakan. Pemilihan bahan disesuaikan dengan analisis perhitungan gaya dan ketersediaan bahan di pasaran. Rancangan struktural secara keseluruhan disajikan pada Gambar 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rancang Bangun Konstruksi Aplikator Pupuk Cair

1. Pembuatan Model

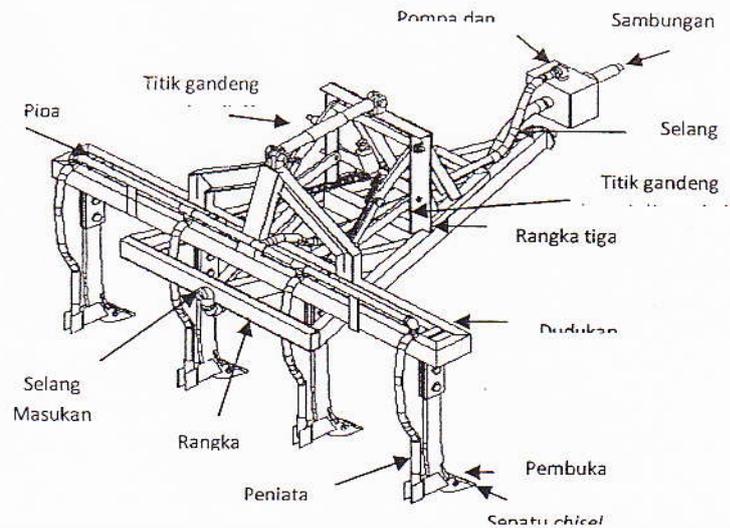
Pembuatan model dilakukan pada tahap pra pembuatan prototipe. Hal ini dilakukan untuk mencoba atau mempraktekkan ide – ide dalam proses perancangan dalam bentuk simulasi mekanisme. Dari model tersebut dapat diketahui ide rancangan berhasil atau tidak sebelum dilakukan pembuatan prototipe sehingga dapat menghindari terjadinya kegagalan dalam pembuatan prototipe. Dalam perancangan, model dibuat dari bahan kayu dengan skala 1:1.

2. Penyediaan bahan Aplikator Pupuk Cair

Dalam pembuatan alat ini pemilihan bahan – bahan yang akan digunakan sebagai komponen dari rangka dan *chisel* perlu diperhatikan karena merupakan hal yang cukup mendasar. Pemilihannya didasarkan pada hasil perhitungan dalam analisis rancangan dan ketersediaan bahan di pasar.

3. Perangkaian Bagian dan Komponen

Penyambungan dengan las listrik digunakan pada sambungan permanen, misalnya sambungan besi – besi konstruksi pada rangka. Sambungan dengan las dilakukan untuk mendapatkan hasil sambungan yang lebih kuat, rapi, dan bagian yang disambung tersebut tidak bergerak secara relatif antar keduanya. Bagian yang memerlukan penyetulan di gabungkan menggunakan mur dan baut.



Gambar 3. Struktur aplikator pupuk cair

B. Pengujian Kinerja Aplikator Pupuk Cair (di lab. Lapangan IPB)

1. Kondisi lahan pengujian

Pengukuran kondisi lahan lokasi pengujian menunjukkan bahwa kadar air tanah pada lahan pengujian berkisar antara 22 % sampai 30 % dan cenderung meningkat dengan penambahan kedalaman. Sedangkan nilai kerapatan tanah tidak menunjukkan perbedaan yang berarti pada tiap kedalaman. Nilainya berkisar antara 1 g/cm^3 sampai 1.2 g/cm^3 .

Tahanan penetrasi berkisar antara 0 s/d 1700 kPa dimana tahanan penetrasi cenderung naik untuk kedalaman 5 hingga 20 cm.

2. Pengujian Kinerja Pembuka Alur Aplikator Pupuk Cair

Parameter – parameter yang diukur dalam pengujian yaitu : 1) kecepatan maju traktor penarik, 2) kedalaman aktual, 3) slip roda traksi traktor penarik. Kecepatan maju traktor diukur sebagai data referensi untuk menentukan debit keluaran pupuk yang sesuai dengan dosis pupuk yang diinginkan yaitu 9000 l/ha. Sebagai sumber tenaga penarik digunakan traktor *Deutz* 80 HP. Pengujian dilakukan dengan tiga kedalaman operasi pembuka alur yaitu 15 cm, 20 cm, dan 25 cm. Data hasil pengujian untuk masing – masing kedalaman kerja dapat dilihat pada Tabel 1.

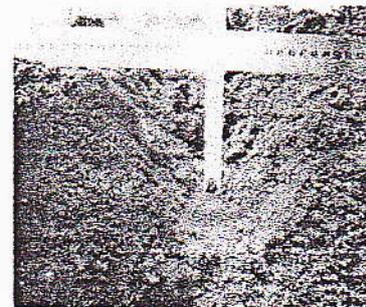
Tabel 1 . Data hasil uji kinerja aplikator pupuk cair

Pengaturan kedalaman alat (cm)	Kedalaman aktual (cm)	Slip roda (%)	
		Kanan	Kiri
15	14.5	3.4	3.2
20	15.4	3.2	3.6
25	16.4	6.7	5.3

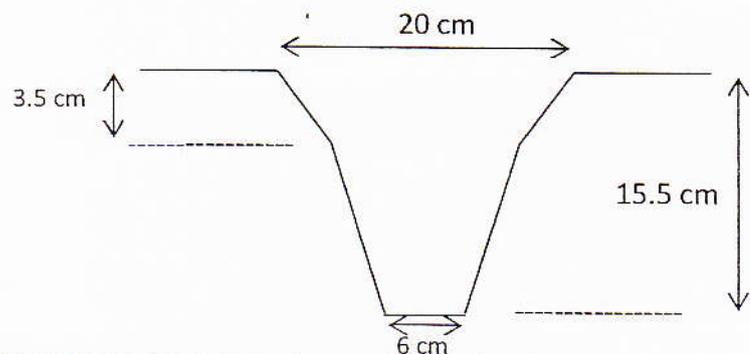
Gambar profil alur yang dihasilkan oleh chisel untk setiap lintasan disajikan pada Gambar 4.



(a) Lintasan pada saat pengoperasian



(b) Profil melintang alur



Gambar 4. Profil penampang melintang alur pupuk dalam tanah

C. Pengujian Kinerja Pompa

Pengujian kinerja pompa dilakukan untuk mengukur debit pompa dan debit masing-masing lubang keluaran. Parameter – parameter yang diukur dalam pengujian yaitu : 1) debit pompa keseluruhan, 2) debit per lubang 3) kecepatan maju traktor penarik.. Kecepatan maju traktor diukur sebagai data referensi untuk menentukan debit keluaran pupuk yang sesuai dengan dosis pupuk yang diinginkan yaitu 9000 l/ha. Sebagai sumber tenaga penarik dan sumber penggerak PTO digunakan traktor *Deutz* 80 HP. Data hasil pengujian debit pompa di Leuwikopo disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian debit pompa di Leuwikopo

Ulangan	Rata-rata debit per lubang (lt/detik)	Debit pompa keseluruhan (lt/detik)
Ulangan 1	1.46	5.83
Ulangan 2	1.29	5.16
Ulangan 3	1.32	5.26
Ulangan 4	1.31	5.21
Ulangan 5	1.29	5.15
Rata-rata	1.33	5.32

Debit pompa rata-rata yang dihasilkan adalah 5.32 l/s dengan rpm pompa 2333.33 rpm. Dosis untuk 1 hektar lahan olah dibutuhkan 9000 l/ha, maka dilihat dari hasil pengujian di Leuwikopo dibutuhkan kecepatan maju 2.17 m/s .

C. Pengujian Lapangan di PG. Jatitujuh

1. Debit

Pengujian debit pompa dilakukan sebanyak 5 kali ulangan. Debit pompa pada pengujian di PG. Jatitujuh didapatkan debit rata-rata 2.25 l/s. Tabel 3. di bawah ini menyajikan nilai rata-rata debit hasil pengujian di PG. Jatitujuh.

Tabel 3. Debit hasil pengujian lapang di PG. Jatitujuh

Ulangan	Rata-rata debit per lubang (l/s)	Debit pompa keseluruhan (l/s)
Ulangan 1	0.57	2.28
Ulangan 2	0.45	1.79
Ulangan 3	0.61	2.43
Ulangan 4	0.59	2.37
Ulangan 5	0.59	2.37
Rata-rata	0.56	2.25

2. Kecepatan

Kecepatan maju traktor merupakan faktor penting dalam menentukan dosis pupuk, karena semakin cepat traktor beroperasi dalam 1 hektar maka semakin kecil dosis yang dihasilkan. Data kecepatan maju traktor setelah modifikasi berdasarkan beberapa pengulangan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data kecepatan maju traktor setelah modifikasi

Ulangan	Waktu dalam 50 m (s)	V (m/s)
Ulangan 1	36.89	1.36
Ulangan 2	28.75	1.74
Ulangan 3	27.50	1.82
Ulangan 4	25.60	1.95
Ulangan 5	22.10	2.26
Rata-rata	28.16	1.83

Debit aplikasi perhektar dapat dihitung dengan persamaan 10. maka, didapatkan debit aplikasi per hektar adalah 4629.6 l/ha. Sangat penting diperhatikan adalah memperhatikan kecepatan maju yang konstan, karena dengan merubah kecepatan menjadi setengahnya lebih lambat. Biasanya hal ini dapat terjadi bila operator telah menjadi lelah atau medan tanahnya lebih keras dan tingkat kesulitan pengolahan yang lebih tinggi. Kebutuhan dosis pupuk di PG. Jatitujuh adalah 9000 l/ha, itu berarti dosis yang dibutuhkan belum memenuhi. Kekurangan dosis aplikasi disebabkan karena putaran sumber penggerak (PTO) traktor yang digunakan pada saat pengujian adalah 540 rpm dari sebelumnya yang direncanakan sebesar 1000 rpm. Metode yang dapat digunakan untuk memenuhi dosis tersebut adalah dengan cara meningkatkan kecepatan putar PTO menjadi 1000 rpm atau dengan meemperlambat kecepatan kecepatan maju traktor di lapangan.

3. Kapasitas Kerja Lapang

Pengujian di lapangan didapatkan nilai kapasitas lapang efektif sebesar 0.84 ha/jam yaitu dengan kecepatan maju traktor 1.83 m/s. Effisiensi Lapang yang terukut adalah 47.54%.

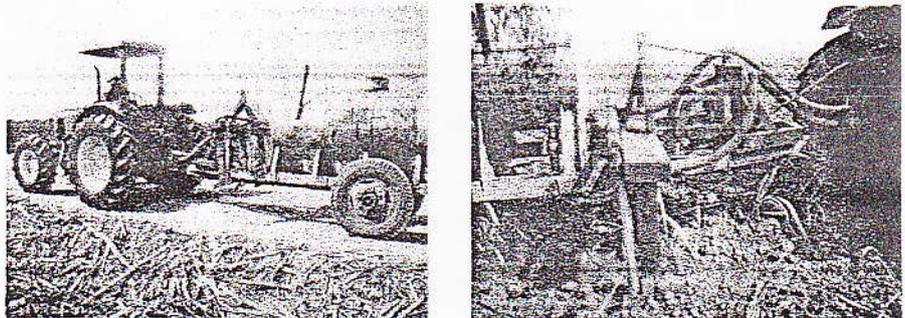
4. Kedalaman Kerja

Data pengukuran kedalaman alur bervariasi antara 8 sampai 21 cm, dengan rata-rata kedalaman 13,2 cm. Pengamatan di lapang menunjukkan bahwa rangka *chisel* masih kurang berat menyebabkan kurang adanya tekanan pada batang *chisel* untuk masuk ke dalam tanah. Hasil pengujian kedalaman kerja dan slip roda didapatkan data pada Tabel 5. Kedalaman olah *chisel* hasil pengujian di lapangan lebih dangkal daripada hasil pengujian di lab. Lapangan di IPB. Hal ini terjadi akibat tingginya tingkat kekerasan tanah di PG Jatitujuh. Beberapa usaha dan modifikasi telah dilakukan untuk menambah kedalaman olah. Pada pengujian di lapangan rangka *chisel* ditambah beban dengan harapan kedalaman bajak *chisel* bertambah, tetapi hasil uji menghasilkan data

yang tidak jauh beda dengan hasil uji pertama. Setelah itu, alat dimodifikasi dengan cara dipanjangkan sepatu *chisel* dengan perpanjangan mencapai 20 cm. Namun demikian setelah di uji terlihat bahwa perpanjangan sepatu *chisel* masih belum optimal untuk menambah kedalaman kerja. Foto pada saat pengujian di lapangan disajikan pada Gambar 5.

Tabel 5. Data hasil pengujian kedalaman olah *chisel* sebelum modifikasi

Ulangan	Kedalaman olah (cm)			
	<i>Chisel 1</i>	<i>Chisel 2</i>	<i>Chisel 3</i>	<i>Chisel 4</i>
1	21	20	14	17
2	20	14	13	13
3	13	12	12	12
4	10	12	11	11
5	8	10	10	11
Rata-rata	14.4	13.6	12	12.8



Gambar 5. Foto saat pengujian lapang di PG Jatitujuh

V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Prototipe alur aplikator pupuk cair dengan mekanisme tiga titik gandeng telah berhasil dibuat dan diuji kinerjanya dengan baik.
2. Pada pengujian di Laboratorium Lapangan Dep. Teknik Pertanian IPB, kedalaman kerja yang mampu dicapai berkisar antara 14.5 cm sampai dengan 16.4 cm sedangkan pada pengujian di PG Jatitujuh kedalaman kerja yang dapat dicapai berkisar antara 8 cm sampai 21 cm, dengan rata-rata kedalaman 13,2 cm.
3. Debit pompa hasil pengujian dari beberapa pengulangan di Laboratorium Lapangan Dep. Teknik Pertanian IPB sebesar 5.32 l/s dengan rpm pompa 2333.33 rpm dan pengujian di PG. Jatitujuh didapatkan debit sebesar 2.25 l/s dengan rpm pompa 1260 rpm.
4. Volume aplikasi aktual di lapangan PG. Jatitujuh sebesar 4629.62 l/ha dengan kecepatan maju traktor 1.83 m/s dan kecepatan PTP 540 rpm,

hasil ini lebih sedikit dari dosis yang dibutuhkan yaitu sebesar 9000 l/ha. Agar tercapai volume aplikasi 9000 l/ha maka kecepatan maju traktor yang direkomendasikan adalah 0.93 m/s.

5. Kapasitas kerja lapang teoritis didapatkan nilai sebesar 1.78 ha/jam, sedangkan kapasitas kerja lapang efektif sebesar 0.84 ha/jam sehingga dihasilkan efisiensi kerja alat sebesar 47.54%

B. Saran

1. Perlu dilakukan perbaikan pada sudut potong pisau *chisel* dengan sudut kemiringan yang lebih kecil.
2. Perlu ditambahkan pemberat pada rangka *chisel* supaya *chisel* mampu masuk kedalam tanah dengan baik untuk mendapatkan kedalaman kerja 20 cm atau jika diperlukan mampu untuk kedalaman 25 cm.
3. Posisi sepatu *chisel* perlu diturunkan beberapa sentimeter untuk menghindari terjadinya keausan pada batang *chisel* akibat gesekan dengan tanah saat beroperasi di lapangan.
4. Rangka perlu dibuat dengan besi konstruksi yang lebih kuat untuk mengantisipasi saat alat bekerja pada kondisi ekstrim di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Harsokoesoemo, H.D. 1999. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan produk)*. Dirjen pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. Bandung.
- Hartono, S. 1988. *Sistem Kontrol dan Pesawat Tenaga Hidrolik*. Penerbit Tarsito. Bandung. Indonesia.
- Kepner, R.A., Bainer R. and Berger, E.L. 1978. *Principles of Farm Machinery*. Avi Publishing Company, Inc. Connecticut.
- Smith, H.P dan L.H. Wilkes. 1977. *Farm Machinery and Equipment*. McGraw-Hill Publishing Company, Ltd. New Delhi.
- Soepardiman. 1983. *Bercocok Tanam Tebu*. Lembaga Pendidikan Perkebunan . Yogyakarta.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT RNI yang telah membiayai penelitian ini dan kepada Dept Teknik Pertanian IPB yang telah menyediakan fasilitas penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ir. Roy Hendroko (Deputi Direktur Tanaman) dan Ir. Sonny N. (Ka.Bag. Mekanisasi), juga kepada Pimpinan, Staff dan Karyawan PG Jatitujuh atas kerjasama yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.