



Uji Kinerja Dan Uji Ergonomis Aplikator Pupuk Cair Tipe Trailing (Apic) Untuk Budidaya Tebu Pada Lahan Kering

Performance and Ergonomic Tests of Trailing Type Liquid Manure Applicator (APIC) on Dry Land Sugar Cane Plantation

M. Faiz Syaib¹ dan Desrial¹ ✓

¹Departemen Teknik Pertanian, Fateta-IPB

Abstrak

Pemupukan adalah salah satu kegiatan yang sangat penting dalam proses budidaya tebu. Kegiatan pemupukan di PG. Jatitujuh sebagian besar telah menggunakan proses mekanisasi. Pemupukan tersebut dilakukan menggunakan implemen fertilizer applicator yang ditarik menggunakan traktor. Selain pupuk granular, PG. Jatitujuh juga menggunakan pupuk cair yang berasal dari vinase, yaitu limbah akhir dari olahan tebu yang sudah tidak lagi mengandung kadar gula. Agar dapat mengaplikasikan pupuk cair (vinase) secara efektif sesuai spesifikasi dan kebutuhan di lapangan, PT RNI telah bekerjasama dengan Departemen Teknik Pertanian IPB untuk mendesain dan membuat aplikator pupuk cair tipe trailing yang kami beri nama APIC. Berkaitan dengan desain dan protipe APIC telah penulis publikasikan dalam seminar terdahulu (Desrial, 2007). Makalah ini membahas dan mendiskusikan tentang uji kinerja (performansi alat) dan uji ergonomika (pengoperasian) APIC dengan tujuan untuk mengetahui kinerja dan performansi prototipe APIC serta aspek ergonomis (beban kerja) operator saat mengoperasikan alat. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari – Agustus 2006. Rancang bangun, uji fungsional dan struktural serta penyempurnaannya dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Budidaya Pertanian dan Laboratorium Lapangan Departemen Teknik Pertanian IPB. Sedangkan pengujian lapang dilakukan di PT. PG. Jatitujuh, Majalengka. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kedalaman rata-rata pengolahan adalah 13.2 cm, yaitu masih sedikit di bawah kedalaman optimal yang diharapkan 15 – 20 cm. Untuk itu masih diperlukan modifikasi dengan penambahan beban pada konstruksi alat untuk menambah daya penetrasi. Kapasitas lapang teoritis (KLT) adalah sebesar 1.78 ha/jam, kapasitas lapang efektif (KLE) sebesar 0.85 ha/jam dan efisiensi lapang adalah 47.57%. Slip roda traktor rata-rata sebesar 8.76%. Debit pompa sebesar 2.25 l/s. Debit aplikasi pupuk cair saat pengujian di PG. Jatitujuh adalah sebesar 4553.73 l/ha. Kategori beban kerja operator dalam mengoperasikan APIC tergolong ringan, yaitu dengan nilai IRHR (Increase Ratio of Heart Rate) sebesar 1.23.

Kata Kunci: Aplikator pupuk cair, budidaya tebu lahan kering, kapasitas lapang, beban kerja

Pendahuluan

Di era tahun 30 an, Indonesia pernah dikenal sebagai salah satu produsen gula tebu terbesar di dunia. Seiring dengan berjalannya waktu, industri gula di tanah air saat ini kurang berkembang sebagaimana mestinya. Kondisi pabrik yang umumnya sudah uzur di satu sisi tidak dapat mengolah hasil secara optimal. Sedangkan redemen gula yang masih relatif rendah mengindikasikan bahwa budidaya tebu di Indonesia masih memerlukan perbaikan dan pembenahan dalam banyak aspek agar lebih produktif dan menghasilkan redemen yang baik.

Budidaya tebu di Indonesia perlu mendapat perhatian khusus jika ingin mendapatkan jumlah produksi yang optimal. Salah satu proses yang penting dalam budidaya tebu adalah pemupukan. Kegiatan

pemupukan di PG. Jatitujuh sebagian besar telah menggunakan proses mekanisasi. Pemupukan tersebut dilakukan menggunakan implemen fertilizer applicator yang ditarik menggunakan traktor.

Selain dengan menggunakan pupuk granular, di PG. Jatitujuh juga menggunakan pupuk cair. Salah satu jenis pupuk cair yang digunakan di PG. Jatitujuh adalah vinase. Vinase sendiri merupakan hasil akhir dari olahan tebu yang sudah tidak lagi mengandung kadar gula. Sebagai limbah, vinase sering dibuang begitu saja tetapi setelah diketahui bahwa vinase tersebut dapat menyuburkan tanah maka digunakanlah limbah ini sebagai salah satu pupuk cair yang disiramkan ke lahan perkebunan tebu.

Aplikasi pupuk cair (vinase) yang saat ini dilakukan yaitu dengan cara menyiramkan vinase ini ke areal perkebunan tebu dengan menggunakan

aplikator yang ditarik menggunakan traktor. Dari hasil pengamatan dan evaluasi kinerja di lapangan, pihak manajemen merasa bahwa aplikator yang ada kurang efektif. Pupuk hanya disiramkan dipermukaan tanah saja. Selain itu pengeluaran pupuk tersebut hanya menggunakan gaya gravitasi dan tekanan cairan dalam tangki saja sehingga pemberian dosis pupuk tiap nozelnya tidak seragam tergantung dari penuh tidaknya jumlah pupuk tersebut dalam tangki.

Agar dapat mengaplikasikan pupuk cair (vinase) sesuai apesifikasi dan kebutuhan, PT RNI telah bekerjasama dengan Departemen Teknik Pertanian IPB untuk mendesain dan membuat aplikator pupuk cair tipe trailing yang kami beri nama APIC. Berkaitan dengan desain dan protipe APIC telah penulis publikasikan dalam seminar terdahulu (Desrial, 2007).

Makalah ini membahas dan mendiskusikan tentang uji kinerja (performansi alat) dan uji ergonomika (pengoperasian) APIC dengan tujuan untuk mengetahui kinerja dan performansi prototipe APIC serta aspek ergonomis (beban kerja) operator saat mengoperasikan alat.

Bahan dan Metode

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari 2006 sampai dengan Agustus 2006. Rancang bangun dan perbaikan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Budidaya Pertanian. Uji fungsional dan struktural dilakukan di Laboratorium Lapangan Departemen Teknik Pertanian, Leuwikopo, Darmaga, Bogor dan pengujian lapang dilakukan di PT. PG. Jatitujuh, Majalengka.

Pelaksanaan penelitian ini terbagi dalam enam tahapan, yaitu: (1) persiapan instrumen uji dan inspeksi kondisi alat (APIC) sebelum pengujian, (2) pengujian fungsional dan struktural, (3) perbaikan (modifikasi) APIC yang dianggap perlu, (4) pengujian lapang dan ergonomika di PG Jatitujuh, pengolahan data dan pembuatan laporan.

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah: satu unit traktor roda empat merk Deutz (untuk pengujian di Lab Leuwikopo IPB) dan satu unit traktor roda empat merk John Deere (untuk pengujian lapang di PG. Jatitujuh), APIC, meteran, pita ukur, mistar, stopwatch, patok, Heart Rate Monitor (dan interface), Digital Metronome, Penetrometer, dan Ring sample.

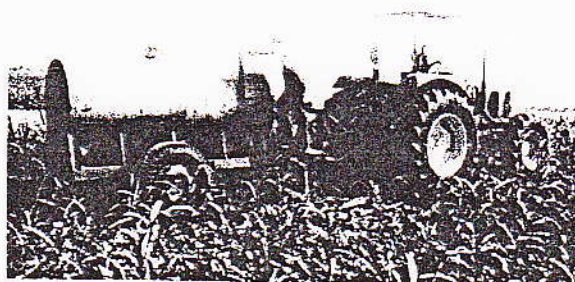
1. Prinsip kerja APIC

Alat aplikator pupuk cair (APIC) dioperasikan dengan cara menggandeng dan menariknya menggunakan traktor roda 4 (70 – 110 HP). APIC digandeng melalui mekanisme tiga titik gandeng (three hitch point) di belakang traktor, sedangkan pupuk cair yang akan diaplikasi ditampung dalam tangki trailer yang digandengkan ke traktor melalui mekanisme drawbar. Penyaluran dan pengaturan dosis pupuk dari tangki ke nozle dilakukan menggunakan mekanisme pompa yang digerakkan melalui poros PTO. Daya gravitasi dan tekanan tangki sebenarnya sudah cukup

untuk sekedar mengalirkan pupuk cair, tetapi penyebaran dan dosisnya tidak merata dan ini sangat dipengaruhi oleh ketinggian stok cairan pupuk di dalam tangki.

Pada saat traktor beroperasi di lapangan, tekanan pada hidrolik akan dilepaskan sehingga chisel akan turun dengan sendirinya karena berat dari rangka chisel dan chisel tersebut. Saat PTO dari traktor dihidupkan, pompa akan berputar dengan tenaga hasil reduksi gearbox yang didapat dari PTO traktor. Pupuk cair dari dalam tangki akan terhisap masuk ke dalam pompa melalui selang penyalur. Tekanan dan gravitasi dari dalam tangki juga akan mendorong cairan dalam tangki untuk keluar. Tetapi itu hanya terjadi pada saat tangki dalam keadaan penuh. Setelah itu pupuk cair akan disalurkan menuju masing-masing nozel dengan keseragaman yang merata.

Saat traktor tidak beroperasi di lapangan atau pada saat belok, chisel akan diangkat menggunakan hidrolik, saat itu PTO traktor dimatikan, pompa otomatis tidak bekerja sehingga cairan dari dalam tangki tidak mengalir.



Gambar 1. APIC saat pengujian lapang di PG Jatitujuh

2. Uji Kondisi Lahan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi lahan dan sifat-sifat fisik tanah yang berpengaruh terhadap kinerja pengoperasian alat. Parameter-parameter uji yang dianalisa diantaranya adalah: kerapatan isi (bulk density), kadar air tanah, dan tahanan penetrasi tanah.

- (a) Kerapatan isi tanah (*bulk density*): adalah perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah termasuk volume pori-pori tanah (Hardjowigeno, 1987). *Bulk density* dihitung dengan persamaan berikut (Islami, 1995):

$$\rho_d = \frac{m_{tk}}{V_{tk}} \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

ρ_d = Kerapatan isi tanah (g/cm^3)

m_{tk} = Masa tanah kering (g)

V_{tk} = Volume tanah dalam ring sample (cm^3)

- (b) Kadar air tanah: adalah perbandingan antara berat cair dan berat butiran padat dari volume tanah

yang diteliti (Das, 1993). Kadar air tanah dihitung dengan persamaan berikut (Hardjowigeno, S. 1987):

$$K_A = \frac{m_{tb} - m_{tk}}{m_{tk}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

KA = kadar air basis kering (%)

mtb= masa tanah basah (g)

mtk= masa tanah kering (g)

- (c) Tahanan penetrasi: menggambarkan besarnya kemampuan yang diperlukan oleh peralatan pertanian untuk bekerja menembus tanah. Tahanan penetrasi tanah dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Islami, 1995):

$$T_p = \frac{98x(F_p + m_p)}{A_k} \quad \dots\dots\dots(3)$$

dengan :

Tp = tahanan penetrasi (kPa)

Fp = beban penetrasi terukur pada penetrometer (kg)

mp = masa penetrometer (2.26 kg)

Ak = luas penampang kerucut (2 cm²)

3. Uji Performansi Alat (APIC)

Uji Performansi dilakukan untuk mendapatkan data tentang kinerja alat. Parameter-parameter pengujian yang dianalisa diantaranya meliputi: kapasitas kerja lapangan, efisiensi lapang, kedalaman olah, slip roda, dan debit aplikasi pupuk.

- (a) Uji Kapasitas Kerja Lapangan: meliputi kapasitas lapangan teoritis dan kapasitas lapangan efektif. Kapasitas lapangan teoritis dihitung dengan persamaan berikut:

$$K_{LT} = 0.36(v \times lp) \quad \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

KLT = kapasitas lapangan teoritis (ha/jam)

v = kecepatan teoritis (m/detik)

lp = lebar olah teoritis (m)

Sedangkan untuk menghitung kapasitas lapangan efektif digunakan persamaan berikut (Daywin, 1999):

$$K_{LE} = \frac{L}{W_K} \quad \dots\dots\dots(5)$$

dengan:

KLE = kapasitas lapangan efektif (ha/jam)

L = luas lahan hasil pengolahan (ha)

WK = waktu kerja (jam)

Persamaan yang dipakai untuk menghitung efisiensi lapangan (Eff) adalah:

$$E_{ff} = \frac{K_{LE}}{K_{LT}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(6)$$

- (b) Uji kedalaman olah: dilakukan dengan cara pengukuran secara langsung kedalaman olah di lapangan dengan menggunakan mistar.

- (c) Uji slip roda traktor: dilakukan melalui perhitungan menggunakan persamaan berikut (Daywin, 1999):

$$S_l = \left(1 - \frac{S_b}{S_0} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots(7)$$

dengan:

Sl = slip roda penggerak (%)

Sb = jarak tempuh traktor 5 putaran roda belakang saat pengolahan (m)

S0 = jarak tempuh traktor teoritis 5 putaran roda belakang (m)

- (d) Uji debit aplikasi: debit aplikasi pupuk cair per hektar dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Daywin, et.al, 1999):

$$Q = \frac{10000 \times V}{L \times v} \quad \dots\dots\dots(8)$$

dengan:

Q = volume per satuan luas aplikasi (l/ha)

V = volume yang keluar dari pompa (l/menit)

L = lebar olah kerja (m)

v = kecepatan maju (m/menit)

4. Uji Ergonomis (Perngoperasian) Alat (APIC)

Uji ergonomika ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat beban kerja operator saat mengoperasikan APIC. Pengujian ini dilakukan dengan metode analisis beban kerja kualitatif melalui pengukuran denyut jantung operator dengan menggunakan Heart Rate Monitor. Kuantifikasi beban kerja operator dilakukan dengan perhitungan IRHR (Increase Ratio of Heart Rate), yaitu rasio relatif peningkatan denyut jantung (HR) pada saat kerja terhadap HR saat istirahat. Perbandingan tersebut dirumuskan sebagai berikut (Syuaib, 2003) :

$$IRHR = \frac{HR_{work}}{HR_{rest}} \quad \dots\dots\dots(9)$$

dengan:

Hrwork = denyut jantung saat melakukan pekerjaan (bps)

Hrrest = denyut jantung saat istirahat (bps)

IRHR = 1.00 – 1.25 tergolong beban kerja ringan, IRHR = 1.25 – 1.50 tergolong beban kerja sedang, IRHR = 1.50 – 1.75 tergolong beban kerja berat dan IRHR = 1.75 – 2.00 tergolong kerja sangat berat (Syuaib, 2003).

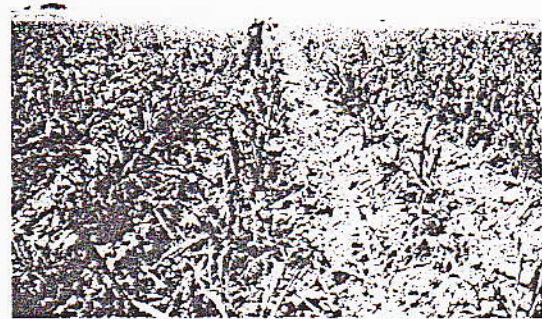
Hasil Dan Pembahasan

Pengujian lapangan dilakukan di PG. Jatitujuh, Majalengka. Pengujian ini dilakukan untuk

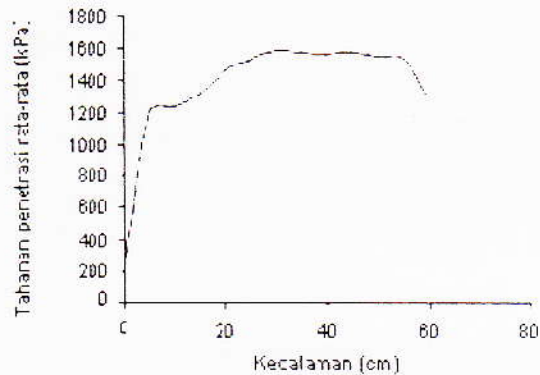
mengetahui bagaimana performansi dan efektifitas dari Aplikator Pupuk Cair Tipe Trailing (APIC) yang telah dibuat jika diuji di lahan tebu yang sebenarnya. Traktor yang digunakan yaitu traktor 4 roda dengan daya 110 HP.

1. Uji Kondisi Lahan

Hasil uji kondisi lahan di lokasi pengujian (PG Jatitujuh) dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 1. Grafik penetrometer menunjukkan bahwa peningkatan tahanan penetrasi terjadi begitu signifikan hingga kedalaman + 30 cm, sedangkan pada kedalaman 55 cm dari permukaan tanah mulai terjadi penurunan tahanan penetrasi. Tanah pada kedalaman + 30 – 50 cm adalah lapisan yang memiliki kekerasan maksimum, hal ini menunjukkan adanya pemadatan tanah akibat lintasan traktor dan aktivitas alat-alat pengolahan tanah lainnya.



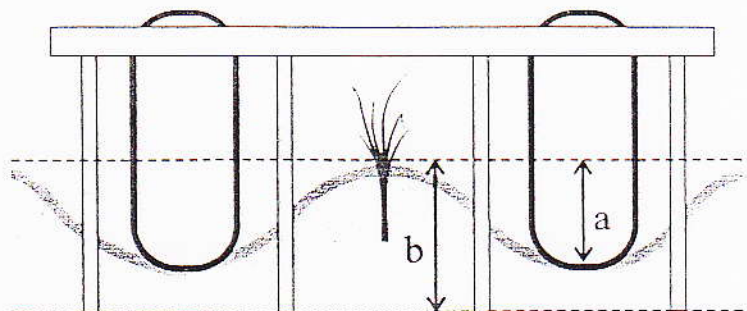
Gambar 2. Pengukuran kondisi lapang



Gambar 3. Grafik tahanan penetrasi tanah

Tabel 1. Data pengukuran kondisi lahan di PG. Jatitujuh

Titik sampel	Masa tanah basah + ring sampel (gr)	Masa tanah kering + ring sampel (gr)	Masa ring sampel (gr)	mtb (gr)	mtk (gr)	Volume ring sampel (cm ³)	Kadar Air (%)	Bulk density (gr/cm ³)
1	186.3	165.5	56.0	130.3	109.5	97.2	19.00	1.13
2	151.6	137.1	55.5	96.1	81.6	93.5	17.77	0.87
3	147.3	144.3	61.8	85.5	82.5	95.6	3.64	0.86
4	150.8	141.3	57.2	93.6	84.1	95.1	11.30	0.88
5	119.2	116.5	57.2	62.0	59.3	91.9	4.55	0.65
6	196.3	184.3	56.2	140.1	128.1	100.2	9.37	1.28
7	199.1	179.8	57.6	141.5	122.2	98.2	15.79	1.24
8	161.1	156.4	56.2	104.9	100.2	96.3	4.69	1.04
9	180.9	171.3	56.2	124.7	115.1	97.8	8.34	1.18
Rata-rata							10.49	1.01



Gambar 4. Metode pengambilan data kedalaman olah

Tabel 2. Data hasil pengukuran kedalaman aktual dan kecepatan maju APIC

Jarak (m)	Waktu (detik)	Kecepatan (m/detik)	Kedalaman olah rata-rata (cm)
200	86.00	2.33	4.4
200	85.00	2.35	3.7
200	83.00	2.41	3.8
200	80.00	2.50	5.8
200	76.00	2.63	7.3
Rata-rata		2.44	5.0

2. Uji Performansi Alat (APIC)

Pengujian performansi yang dilakukan meliputi pengujian kedalaman olah Aplikator Pupuk Cair Tipe Trailing (APIC), pengukuran kecepatan traktor, pengukuran slip traktor dan kapasitas Aplikator Pupuk Cair Tipe Trailing (APIC). Pada pengukuran pertama, kedalaman olah yang diinginkan tidak tercapai, sehingga dilakukan modifikasi pada alat yaitu dengan menambah panjang sepatu chisel. Pengukuran dilakukan dua tahap, yaitu pengukuran sebelum sepatu chisel dimodifikasi dan setelah dimodifikasi.

(a) Pengujian sebelum sepatu dimodifikasi

Pada pengujian ini digunakan metode pengambilan data kedalaman tanah seperti pada Gambar 4. Nilai kedalaman aktual yaitu selisih antara nilai b dan a. Kedalaman aktual rata-rata Aplikator Pupuk Cair Tipe Trailing (APIC) sekitar 5 cm. Nilai ini kurang memenuhi kedalaman yang diharapkan yaitu sebesar 25 cm.

Luas lahan yang digunakan sebesar 0.27 ha dengan panjang lahan sebesar 200 m dan lebar 13.5 m. waktu kerja untuk pengujian ini yaitu 15 menit dengan kecepatan aktual traktor rata-rata sekitar 2.44 m/detik.

Kedalaman olah rata-rata dari Tabel 2. diatas didapatkan sebesar 5 cm. Nilai ini sangat jauh dari nilai kedalaman olah yang diinginkan yaitu sebesar 15-20 cm.

Perhitungan nilai kapasitas lapang dan efisiensi diatas didapatkan nilai KLT sebesar 2.37 ha/jam sedangkan nilai KLE sebesar 1.08 ha/jam sehingga didapatkan nilai efisiensinya sebesar 45.57 %. Nilai kecepatan yang digunakan dalam perhitungan diatas diasumsikan mendekati kecepatan teoritis.

Kapasitas lapang dan efisiensi sebagai berikut:

Panjang areal = 200 m	Kcc. rata-rata = 2.44 m/detik
Lebar kerja = 13.5 m	K_{LT} = 2.37 ha/jam
Luas areal = 0.27 ha	K_{LE} = 1.08 ha/jam
Lebar olah = 2.7 m	Efisiensi = 45.57 %
Waktu kerja = 0.25 jam	

(b) Pengujian setelah sepatu dimodifikasi

Modifikasi dilakukan dengan pertimbangan bahwa kedalaman yang diinginkan belum tercapai, karena itu diharapkan dengan penambahan panjang sepatu chisel sehingga diperoleh penambahan panjang chisel sebesar 10 cm. Selain itu ujung sepatu dibentuk lebih runcing dengan harapan chisel akan mudah masuk ke dalam tanah. Beberapa alternatif dalam proses modifikasi ini diantaranya yaitu penambahan berat rangka penyokong chisel, memperkecil sudut potong chisel dan menambah tenaga penekan chisel, yaitu dengan menggunakan hidrolik.

Setelah dilakukan modifikasi pada sepatu chisel didapatkan bahwa kedalaman olah rata-rata bertambah menjadi sebesar 13.2 cm, sedangkan kecepatan maju rata-rata berkurang sebesar 0.61 m/detik. Slip pada pengujian kali ini sebesar 8.76 %. Kedalaman olah masih belum tercapai sesuai harapan yaitu 15-20 cm. Untuk itu saran modifikasi selanjutnya adalah penambahan beban pada konstruksi atau rangka chisel sehingga dapat memberi daya penetrasi yang lebih besar sesuai dengan kebutuhan karakteristik tanah Jatitujuh yang keras.

Untuk perhitungan nilai kapasitas lapang dan efisiensi di lapangan pengujian setelah modifikasi sebagai berikut:

Panjang areal = 50 m	Kcc. rata-rata = 1.83 m/detik
Lebar areal = 13.5 m	K_{LT} = 1.78 ha/jam
Luas areal = 0.0675 ha	K_{LE} = 0.85 ha/jam
Lebar olah = 2.7 m	Efisiensi = 47.57 %
Waktu kerja = 0.08 jam	

Perhitungan nilai kapasitas lapang dan efisiensi diatas didapatkan nilai KLT sebesar 1.78 ha/jam sedangkan nilai KLE sebesar 0.85 ha/jam sehingga didapatkan nilai efisiensinya sebesar 47.57 %.

(c) Uji Performansi Sistem Pompa

Pengujian performansi sistem pompa ini dilakukan di pengujian pendahuluan dan pengujian lapangan. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai debit pompa dan debit aplikasi keseluruhan.

Tenaga untuk memutar pompa berasal dari PTO traktor (Deutz, 70 HP) dengan 1500 rpm engine dan 1000 rpm PTO.

Parameter-parameter yang diukur dalam pengujian yaitu waktu yang diperlukan hingga wadah penampung pupuk cair penuh dan volume dari wadah tersebut. Dari data ini dapat dihitung nilai debit pompa per lubang dan debit keseluruhan pompa. Debit pompa yang diinginkan yaitu 9000 l/ha. Hasil pengujian uji performansi sistem pompa pada pengujian pendahuluan disajikan pada Tabel 4.

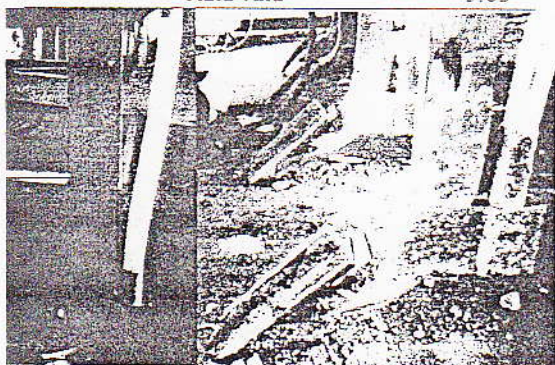
Debit rata-rata pengujian debit pompa di Leuwikopo sebesar 5.03 l/detik. Pada pengujian ini dilakukan 6 kali pengulangan dengan 2 perlakuan yang berbeda. Perlakuan pertama menggunakan ember dengan volume 5 liter dan kedua 12 liter.

Tabel 3. Data hasil pengukuran uji kinerja APIC

Jarak (m)	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)	Kedalaman olah rata-rata (cm)	Slip roda (%)
50	36.89	1.36	18.0	4.16
50	28.75	1.74	15.0	12.22
50	27.50	1.82	12.2	5.75
50	25.60	1.95	11.0	5.25
50	22.10	2.26	9.8	16.40
Rata-rata		1.83	13.2	8.76

Tabel 4. Data pengukuran debit pompa APIC di Lab Leuwikopo, Bogor

Ulangan	Volume ember (l)	Waktu rata-rata (detik)	Debit (l/detik)
1	5	5.28	4.11
2	5	3.89	5.23
3	5	4.18	4.94
4	12	8.54	5.69
5	12	9.39	5.13
6	12	9.45	5.10
Rata-rata			5.03



Gambar 5. Sepatu chisel: (a) sebelum dimodifikasi, (b) setelah dimodifikasi

Pada pengujian lapangan di PG. Jatitujuh, digunakan traktor 110 HP (John Deere), dan data hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data hasil pengukuran debit pompa pada pengujian stasioner di PG. Jatitujuh

Ulangan	Volume ember (l)	Waktu rata-rata (detik)	Debit total (l/detik)
1	20	59.38	2.28
2	20	57.24	1.79
3	20	41.55	2.43
4	20	40.49	2.37
5	20	37.56	2.37
Rata-rata			2.25

Debit total rata-rata pengukuran di PG. Jatitujuh sebesar 2.25 l/detik. Nilai ini sangat jauh dari nilai pengukuran debit pompa di Leuwikopo yang bernilai sebesar 5.03 l/detik. Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan putaran PTO yang digunakan sebagai tenaga pemutar pompa. Di Leuwikopo digunakan PTO dengan rpm 1000, sedangkan di PG. Jatitujuh digunakan PTO dengan rpm 540. Rendahnya nilai rpm ini menyebabkan nilai debit pompa berkurang hingga setengahnya.

Berdasarkan hasil uji stasioner, dan dengan asumsi kecepatan traktor rata-rata yang digunakan saat operasi adalah sebesar 1.83 m/detik, maka secara teoritis, kapasitas aplikasi pupuk cair dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (8), sehingga didapatkan nilai kapasitas teoritis adalah:

$$Q = \frac{10000 \times 2.25 \times 60}{2.7 \times 1.83 \times 60} = 4554 \text{ l/ha}$$

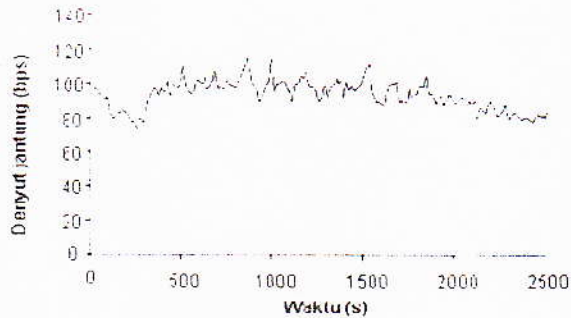
Sedangkan berdasarkan perhitungan aplikasi riil dilapangan diperoleh debit aplikasi yang lebih kecil. Volume tangki aplikator apabila diisi penuh adalah 2475 liter dan waktu aplikasi yang dibutuhkan untuk menghabiskannya adalah 1737 detik, atau debit rata-rata diperoleh sebesar 1.42 liter/detik. Dengan asumsi kecepatan traktor rata-rata sebesar 1.83 m/detik, hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas aplikasi pompa pada saat pengujian di lahan adalah sebesar 2942 liter/ha. Nilai ini berbeda jauh dengan nilai kapasitas teoritis yang diukur pada saat traktor stasioner, yaitu sebesar 4554 liter/ha. Perbedaan debit aplikasi ini dapat disebabkan oleh berbagai hal yang terjadi saat pengukuran di lapangan, misalnya akurasi pengukuran, tumpahan volume tangki yang tidak terhitung saat transportasi, saat idle ataupun belok, dll.

Untuk mendapatkan nilai debit aplikasi sebesar 9000 l/ha sesuai dengan harapan di lapang, dapat dilakukan dengan cara mengurangi kecepatan traktor pada saat pengolahan, sehingga debit cairan yang masuk ke dalam tanah akan lebih banyak.

3. Uji Ergonomika

Pengujian ergonomika dilakukan untuk mengetahui tingkat beban kerja operator saat mengoperasikan APIC. Pengujian ini dilakukan terhadap operator yang telah berpengalaman

mengoperasikan traktor dan aplikator pupuk di PG Jatitujuh. Pengukuran denyut jantung dilakukan dengan menggunakan watch-type Heart Rate Monitor dengan memory record interval 15 detik.



Gambar 6. Grafik denyut jantung operator pada pengoperasian APIC

Gambar 6 menyajikan grafik denyut jantung operator saat mengoperasikan APIC. Denyut jantung rata-rata saat istirahat (HRrest) adalah 80.33 beat per minutes (bpm), sedangkan denyut jantung rata-rata saat bekerja (Hrwork) adalah 98.47 bpm. Dengan demikian, maka didapatkan nilai IRHR (Increase Ratio of Heart Rate) operator untuk pengoperasian APIC adalah sebesar 1.23. Hasil IRHR tersebut menunjukkan bahwa beban kerja operator dalam pengoperasian APIC tergolong kategori kerja ringan.

Kesimpulan

Pengujian keseluruhan Aplikator Pupuk Cair Tipe Trailing (APIC) berjalan cukup lancar. Beberapa kendala dalam pengujian yaitu keterbatasan operator dan traktor saat pengujian dilakukan di PG. Jatitujuh.

Kedalaman rata-rata pengolahan adalah sekitar 13.2 cm, yaitu masih sedikit di bawah kedalaman optimal yang diharapkan sebesar 15-20 cm. Untuk itu masih diperlukan modifikasi dengan penambahan beban pada konstruksi alat untuk menambah daya penetrasi.

Kapasitas lapang teoritis (KLT) adalah sebesar 1.78 ha/jam, kapasitas lapang efektif (KLE) sebesar 0.85 ha/jam dan efisiensi lapang adalah 47.57%. Slip roda traktor rata-rata sebesar 8.76%. Debit pompa sebesar 2.25 liter/detik (dengan penggerak PTO 540 rpm). Debit aplikasi pupuk cair saat pengujian di PG. Jatitujuh adalah sebesar 4554 liter/ha

Kategori beban kerja operator dalam mengoperasikan APIC tergolong ringan, yaitu dengan nilai IRHR (Increase Ratio of Heart Rate) sebesar 1.23.

Daftar Pustaka

- Das, Braja M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga. Jakarta.
- Davies, B., D. Eagle, and B. Finney. 1993. *Soil Management*. Fifth Edition. Farming Press. Ipswich, UK.
- Daywin, F.J., I. Hidayat, RG. Sitompul. 1999. *Mesin-Mesin Budidaya Pertanian di Lahan Kering*. IPB Press. Bogor
- Desrial, M.F. Syaib dan S. Nurmachsyah, 2007. *Rancang Bangun dan Pengujian Aplikator Pupuk Cair untuk Budidaya Tebu Lahan Kering*. Seminar Nasional PERTETA Topik Khusus: "Optimasi Produksi Gula Menuju Swasembada Gula Nasional 2009". Makassar.
- Hardjowigeno, S. 1987. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Islami, T. dan W.H. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air, dan Tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Syaib, M. Faiz. 2003. *Ergonomic Study on the Process of Mastering Tractor Operation*. Desertasi. Tokyo University of Agriculture and Technology. Tokyo. Japan.