

**DESAIN BAJAK SUBSOIL GETAR DENGAN PEMUPUK MEKANIS UNTUK  
BUDIDAYA TEBU LAHAN KERING**

*Design of Vibratory Subsoiler equipped with Mechanical Fertilizer applicator  
for upland Sugar Cane Plantation*

Radite PAS<sup>1</sup>, Wahyu Hidayat<sup>2</sup>, dan Sam Herodian<sup>1</sup>, I N. Suastawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Staf Pengajar Departemen Teknik pertanian, Fateta-IPB, Bogor. E-mail:  
radite@telkom.net, s\_herodian@yahoo.com,

<sup>1</sup> Alumni Departemen Teknik Pertanian, Fateta-IPB, Bogor

**Abstract**

*This paper represents development process and the result of field test of the second prototype of vibratory subsoiler. The prototype is dual row subsoiler with spacing of 135 cm. This vibratory subsoiler is designed to reduce tillage draft and to improve pulverization of the tilled soil. Unlike the conventional vibratory tillage, the shank of this developed vibratory subsoiler is maintain un-vibrated. But the vibration is done though the subsoiler wing, which are attached in the left and the right side of the shank. This unique design is adopted in order to reduce the transmitted vibration of the tool to the body of the tractor. The source of forced vibration is constructed using four-bar linkage mechanism which is driven from tractor's PTO. The amplitude of wing oscillation is between 6.5 to 7 cm. The prototype could satisfy perform the desire operation. When it was tested using 70 hp tractor at university experimental farm in bogor, the prototype could reach average dept of 37 cm (between 35 to 38 cm) with average wheel slip of about 17.23 % when operated with vibration and had average wheel slip of about 32.8 % when operated without vibration. Application of vibration of subsoiler wings could reduce draft upto 30 %. Average measured draft was 13.43 kN when vibrated and 17.46 kN when un-vibrated. When it was tested using 140 hp tractor on ratoon-1 field during dry condition (August), the developed prototype could reach tillage depth of 50 cm.*

*Key words: Vibratory subsoiler, parabolic subsoiler, vibratory wing mechanism*

**PENDAHULUAN**

Bajak subsoil atau *subsoiler* merupakan alat pengolah tanah yang fungsinya untuk menggemburkan tanah sampai kedalaman yang lebih besar dibandingkan dengan bajak biasa, namun tidak untuk membalik tanah di permukaan. Penggemburan lapisan tanah padat ini diperlukan, terutama di perkebunan-perkebunan, untuk memperbaiki drainase dan aerasi. Dengan

perbaikan struktur tanah tersebut, diharapkan akar tanaman (misalnya tebu) dapat berkembang dengan baik.

Karena membelah dan menghancurkan lapisan tanah keras, maka operasi subsoil ini membutuhkan tenaga yang cukup besar, bisa mencapai lebih dari 9800 kN per satu *chisel* yang diperasikan pada kedalaman 50 cm (Radite,2001). Dengan penggetaran, draft bajak subsoil ini dapat diturunkan sampai dengan 50 persen (Radite, 2003 dan Radite 1998). Mekanisme penggetaran yang digunakan pada bajak subsoil getar ini dilakukan dengan memanfaatkan putaran PTO dan dirubah menjadi gerakan translasi.

Prototipe bajak subsoil getar ini dirancang agar mempunyai draft yang minimum, yaitu memanfaatkan bentuk chisel lengkung parabolik dan sekaligus menggunakan penggetaran. Penggunaan subsoiler berbentuk lengkung parabolik dapat meningkatkan terbukti dapat kapasitas lapang, karena hanya membutuhkan daya traktor yang lebih kecil dan mampu mengurangi slip roda hingga 43.4% dibandingkan dengan bajak subsoil konvensional yang berbentuk lurus (Tupper, 1997). Pengoperasian subsoiler lengkung parabolik juga menghemat bahan bakar per hektar 30.2% dibandingkan dengan bajak konvensional, dan bekerja 5 cm lebih dalam ( Smith dan Willford, 1988 ).

Sebelumnya, penelitian bajak subsoil getar ini dilakukan dengan penggetaran bilah *chisel*. Hasil pengujian prototipe bajak getar dengan penggetaran bilah chisel di Kebun percobaan IPB di Leuwikopo dengan menggunakan traktor 72 hp dapat menurunkan draft sampai dengan 50% dan mampu mengolah pada kedalaman 32 cm. Hasil penurunan tahanan tarik yang didapat cukup baik, namun kendala yang terdapat pada bajak subsoil getar ini adalah getaran yang diteruskan ke badan traktor akibat penggetaran subsoiler cukup besar Mulyana (2001) dan Taufik (2001).

Biwanto (2004) melakukan penelitian lanjutan, yaitu desain bajak getar tipe lengkung parabolik dengan penggetaran sayap prototipe-1 dengan tujuan untuk menurunkan transmisi getaran dari rangka bajak subsoil getar ke titik gandeng traktor. Pada prototipe1, hanya bagian sayap yang digetarkan sedangkan bilah bajak tidak digetarkan Hasil pengujian lapang menunjukkan bahwa penggetaran sayap dapat menurunkan tahanan tarik bajak subsoil getar sampai 40 %, namun getaran yang diteruskan ke badan traktor dapat dikurangi (Aldes, 2005) .

Bajak subsoil lengkung parabolik dengan penggetaran sayap prototipe-2 ini dikembangkan dengan tujuan untuk digandengkan dengan alat pemupuk mekanis untuk pupuk organik, untuk dioperasikan di PG Jatitujuh (PT Rajawali Nusantara Indonesia). Adanya tambahan konstruksi bagian pemupuk maka desain penggetar pada prototipe-1 agak berbeda dengan prototipe-2. Pada prototipe-1 batang penggetar berada dibelakang bilah *chisel*, sedang pada prototipe-1 batang getar diletakkan didepan. Hal ini dimaksudkan agar penggetar dapat bergerak bebas, tidak terganggu lubang pupuk yang diletakkan tepat dibelakang bilah chisel. Mekanisme penggetaran pada subsoiler memakai sistem *crank-rocker mechanism*.

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain, membuat prototipe dan melakukan pengujian fungsional bajak subsoil getar tipe lengkung parabolik dengan sayap berpeggetar depan yang digandengkan dengan alat pemupuk mekanis.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari 2006 - Agustus 2006. Desain pembuatan prototipe dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Budidaya Pertanian. Uji fungsional dilakukan di Laboratorium Lapangan Departemen Teknik Pertanian Institut Pertanian Bogor, di Leuwikopo. Uji performansi lapangan dilaksanakan pada bulan Agustus 2006 di kebun tebu PG Jatitujuh Majalengka.

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari material konstruksi plat besi, besi silinder pejal, bearing, besi siku, *gearbox*, *universal joint*, pemupuk mekanis dan sebagainya.

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari alat untuk pembuatan prototipe subsoiler (antara lain: las listrik, las LPG, gerinda tangan, gerinda duduk, bor tangan, bor duduk, mesin bubut, penggaris, kunci pas, kunci ring, tang obeng), satu unit bajak subsoil getar hasil rancangan, Satu unit traktor roda empat, peralatan pengukuran pengoperasian bajak subsoil, kecepatan maju dan kedalaman pengolahan (terdiri dari: *stop watch*, *tachometer digital*, pita ukur (5 m dan 50 m), patok, penggaris *stainless steel* (60 cm dan 100 cm)), alat pengukur profil tanah, *penetrometer*

Penelitian ini adalah penelitian terapan yaitu modifikasi/pengembangan desain, pengujian fungsional dan pengujian kinerja alat di lapangan. Alur penelitian dilakukan dari penyempurnaan ide dan perumusan kembali konsep desain, melakukan analisis dari permasalahan yang ada dan pengumpulan ide-ide pemecahan masalah dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang terkait dengan operasi alat dan kendala di lapangan (jenis traktor dan kondisi operasi di PG Jatitujuh di Majalengka Jawa Barat), seperti di perlihatkan pada Gambar 1.

Perumusan untuk menghasilkan beberapa konsep desain fungsional maupun desain struktural yang dilengkapi dengan gambar sketsa, analisis teknik, prasyarat dan sistem yang mendukung efektifitas operasional di lapangan. Pemilihan konsep terbaik untuk dilanjutkan ke tahap analisis desain dan pembuatan gambar kerja. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Pembuatan model dimaksudkan untuk melihat apakah mekanisme yang dirancang tersebut mempunyai ukuran yang proporsional dengan ketersediaan ruang dan dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pemodelan ini juga dimaksudkan agar jika terjadi kesalahan, maka penyelesaian desain mudah dikoreksi dan meminimumkan biaya pembuatan prototipe. Jika model sudah berfungsi maka dilanjutkan dengan pembuatan prototipe.

Pengujian awal (di lab) untuk pengecekan konstruksi penggetar penggerak poros dilakukan dengan menggunakan motor listrik sebagai sumber

putaran. Dua bagian penting yang harus diperhatikan yaitu transmisi penggetar dan cabang transmisi untuk menggerakkan pemupuk. Uji fungsional alat secara keseluruhan dilakukan di lahan percobaan untuk mengetahui dan memastikan bahwa tiap-tiap bagian telah dapat berfungsi dengan baik. Pengujian kinerjanya dilakukan antara lain: kecepatan maju saat mengolah tanah, kapasitas lapang, kedalaman olah, slip, profil sebelum maupun sesudah pengolahan dan tahanan penetrasi.

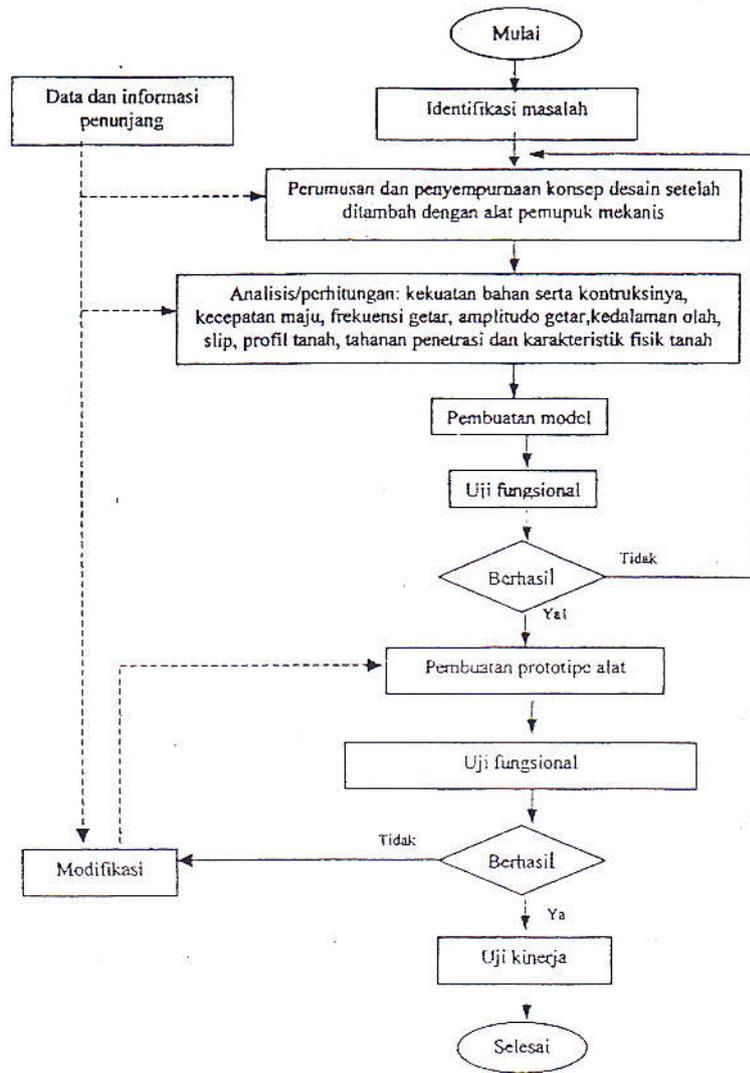
Pengujian terhadap bajak subsoil getar: Amplitudo diukur sebelum pengujian dilapangan. Pengujian amplitudo dilakukan dengan cara menghitung jarak tegak lurus antara posisi sayap penggetar naik maksimum dan posisi sayap penggetar turun maksimum. Poros engkol diputar sebanyak satu kali putaran untuk menggetarkan sayap penggetar supaya bergerak naik turun.

Pengukuran kecepatan maju pengolahan bersamaan dengan pengukuran tahanan tarik traktor, kecepatan maju pengolahan diukur dengan cara mengukur waktu tempuh traktor pada jarak tertentu dengan menggunakan *stopwatch*. Pengukuran slip roda yang terjadi pada roda traksi traktor diukur dengan pengurangan jarak tempuh traktor pada saat beroperasi dengan bajak subsoil.

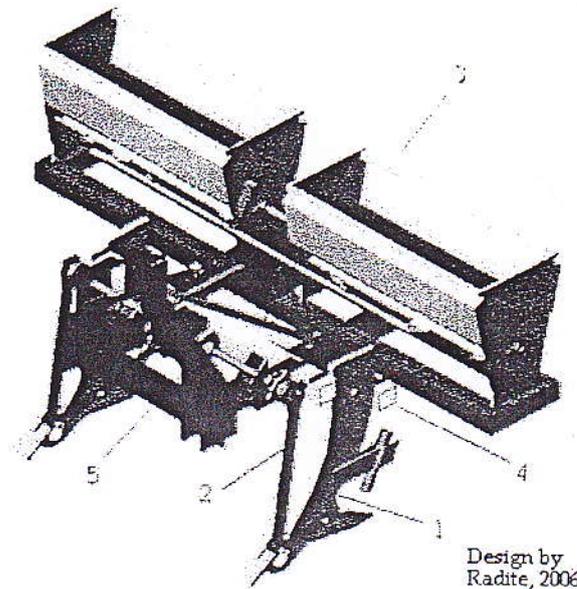
#### **RANCANGAN BAJAK SUBSOIL GETAR PROTOTYPE-2**

Bajak subsoiler getar prototype-2 dilengkapi dengan pemupuk mekanis. Subsoiler getar ini terdiri dari beberapa bagian; 1). Bilah *chisel* parabolik, 2). Mekanisme penggetaran sayap yang berada di depan bilah bajak, 3). Pemupuk mekanis, 4). Mekanisme pemegang bilah bajak. 5). Rangka tarik

Rangka terdiri dari beberapa bagian diantaranya adalah pipa kotak, besi siku dan mekanisme penggandengan berupa tiga titik gandeng. Mekanisme penggetar sayap ini mempunyai komponen-komponen penyusunannya yang terdiri atas adalah *spline*, poros penggerak engkol, bagian engkol, batang getar dan sayap penggetar. Mekanisme penggetar ini di gerakkan oleh PTO melalui *universal joint*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian



Design by  
Radite, 2006

Gambar 2. Prototipe Bajak Subsoil Getar dengan Aplikator Pupuk (SIGAP)

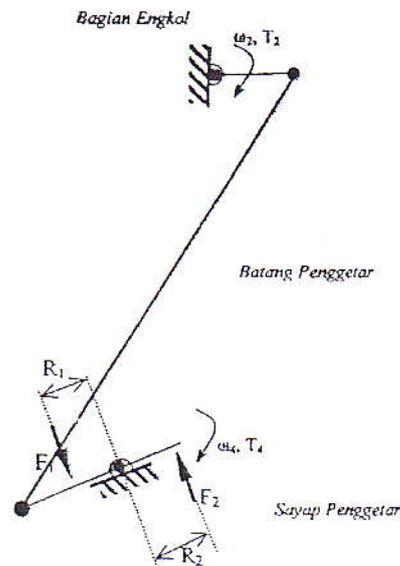
#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bajak subsoil getar ini bilah *chisel* terikat pada rangka dan tidak bergerak, sedangkan sayapnya yang bergerak keatas dan kebawah. Gerakan sayao ini ditenagai dari PTO traktor melalui mekanisme penggetar sayap. Bagian-bagian dari mekanisme penggetaran antara lain *gearbox*, mekanisme engkol, lengan penggetar dan sayap penggetar. Penggetaran yang hanya terjadi pada sayap ini dimaksudkan untuk mengurangi penerusan getaran ke bodi traktor. Prototipe bajak subsoil getar dengan aplikator pupuk (SIGAP) ini memiliki bobot kosong 726.3 kg. Rancangan SIGAP ini hanya sesuai untuk pengoperasian di pekebunan tebu lahan kering yang memakai jarak PKP (Pohon ke Pohon) 135 cm.

Pemasangan subsoiler getar pada traktor dilakukan seperti pada pemasangan implemen yang lainnya. Penggandengan subsoiler getar dengan traktor menggunakan mekanisme tiga titik gandeng. Putaran PTO pada 540 rpm ini menghasilkan gerakan naik turun sayap, seiring dengan masuknya bilah bajak subsoil ke tanah.

Mekanisme penyaluran tenaga dari PTO ke transmisi utama subsoiler getar menggunakan *universal joint*. *Unlversal joint* dihubungkan ke *spline*, kemudian tenaganya akan digunakan untuk memutar poros engkol dan ke poros agitator pemupuk. Antara *spline* dan poros penggetar terdapat *gearbox* yang berfungsi merubah putaran menjadi tegak lurus dari sebelumnya menuju bagian engkol yang akhirnya akan menggerakkan sepatu sayap.

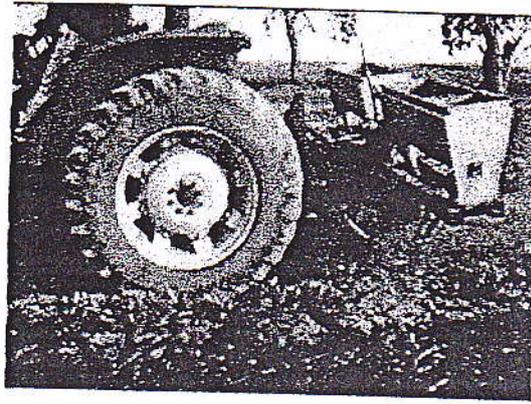
Pada desain awal bajak subsoiler getar prototipe-2 ini sepatu dan sayap tergabung menjadi satu dan digetarkan bersama-sama. Kendala-kendala yang terjadi saat pengujian di lapangan, adalah setelah bajak dibenamkan lalu digetarkan, maka yang terjadi adalah bilah bajak tidak masuk ke tanah dan kedalaman olah justru semakin berkurang. Hal ini dikarenakan pisau pembelah pada sepatu yang digetarkan tidak berfungsi sebagai mana mestinya. Pisau pembelah menyatu pada sepatu dan sayap yang ikut bergetar, sehingga saat memotong tanah sudut kemiringan pisau pembelah berubah-ubah dan mengakibatkan tanah tidak bisa terpotong rata. Getaran yang diteruskan ke rangka alat pemupuk maupun ke traktor juga sangat besar.



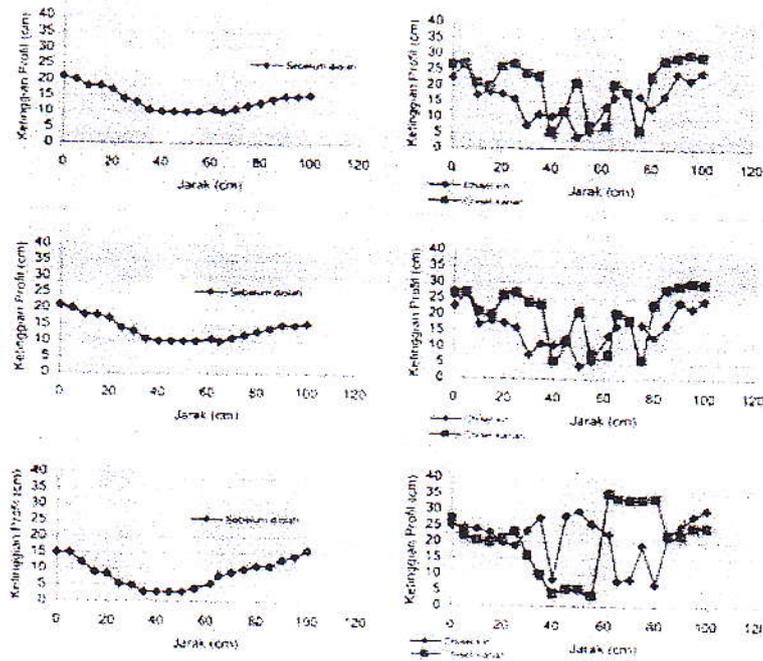
Gambar 3. Mekanisme Penggetaran Sayap konstruksi *crank dan rocker*

Rangka dan konstruksi penggandengan: rangka utama terbuat dari besi siku yang berukuran 100x100 mm dengan tebal 8 mm. Besi siku ini kemudian ditangkupkan dengan cara dilas sehingga membentuk pipa kotak berukuran 100x100x8 mm. Rangka utama dan konstruksi tiga titik gandeng sama seperti pada penelitian sebelumnya (Biwanto, 2004).

Pada kedua ujung pipa rangka subsoiler terdapat penutup berupa plat dengan ketebalan 15 mm. Plat besi ini sebagai tempat menempelnya bilah bajak dengan sistem pasak. Tujuan dari sistem pasak adalah mempermudah saat penggantian bilah bajak tidak perlu melakukan pembongkaran secara keseluruhan. Bentuk pasak berupa poros dengan diameter 32 mm dan panjang 80 mm.



Gambar 4. Pengujian SIGAP Di Lahan Ratoon di PG Jatitujuh Majalengka Kotak pupuk (*hopper*) berasal dari desain PG. Djabatitujuh. Tiap-tiap *hopper* mempunyai kapasitas 150 kg. Fungsi dari pemupuk sendiri harus dapat menampung pupuk dengan baik dan dapat memasukkan pupuk ke dalam tanah. Pemupuk ini memiliki rotor penjatah dan pintu bukaan pupuk, serta mekanisme untuk mendistribusikan pupuk agar sedapat mungkin berada disekitar rotor. Bahan yang digunakan untuk *hopper* yaitu bahan *stainless steel* agar tidak terjadi korosi pada *hopper*.



Gambar 5. Profil tanah antar baris tebu ratoon di PG. Jatitujuh; sebelum diolah (kiri) dan sesudah diolah (kanan)



Gambar 6. Lahan ratoon PG. Jatitujuh: a) sebelum diolah dan b) setelah diolah

#### Hasil Pengujian d Kebun Percobaan IPB

Pengujian di Laboratorium Lapangan Département Teknik Pertanian Institut Pertanian Bogor, di Leuwikopo dilakukan untuk mengukur draft yang diperlukan. Pengujian menggunakan traktor Deutz 70 hp Hasil pengujian tahanan tarik untuk bajak subsoil getar SIGAP dengan tidak digetarkan pada kecepatan 0.3 m/s berkisar antara 14.30 - 19.96 kN dengan rata-rata sebesar 17.32 kN. Kecepatan 0.4 m/s tahanan tarik berkisar antara 16.02 - 19.25 kN, dengan rata-rata sebesar 17.6 kN. Pengujian SIGAP yang digetarkan berkisar antara 10.36 kN - 15.75 kN dengan rata-rata sebesar 13.33 kN pada kecepatan 0.3 m/s. Pada kecepatan 0.5 m/s tahanan tariknya berkisar antara 12.70 - 15.13 kN dengan rata-rata sebesar 13.53 kN.

Slip roda pada saat operasi SIGAP tidak digetarkan berkisar 27.1 % - 39.4 %, dengan rata-rata yaitu 32.8 %. Sedangkan saat SIGAP digetarkan slip roda yang terjadi berkisar 12.8 % - 23.4 %. Dengan rata-rata slip yang terjadi akibat subsoil digetarkan yaitu 17.23 %. Dari hasil pengujian diatas dinyatakan bahwa subsoil getar tidak hanya dapat menurunkan tahanan tarik yang terjadi tetapi dapat menurunkan slip roda traktor sehingga dapat mengolah tanah dengan baik

#### Pengujian di Lahan PG. Jatitujuh

Pengujian di PG. Jatitujuh dilakukan pada tanggal 28-29 Agustus 2006 di lahan ratoon menggunakan traktor MF (110 hp). Tahanan penetrasi di PG. Jatitujuh sangat tinggi, pada saat pengujian di lahan ratoon pada bulan Juli 2006 tahanan penetrasi di lapisan tanah atas (kedalaman kurang dari 10 cm) mempunyai nilai lebih dari 25 kg/cm<sup>2</sup>. Pada kondisi ini, bajak suboil getar SIGAP dapat bekerja pada kedalaman olah berkisar antara 37-51 cm, dengan kedalaman olah rata-rata 42 cm.

Profil permukaan tanah sebelum maupun setelah operasi subsoler di kebun PG Jatitujuh Majalengka dapat dilihat pada Gambar 5. Kondisi lahan sebelum dan sesudah pengolahan dengan SIGAP dapat dilihat pada Gambar 6.

#### KESIMPULAN

Prototipe bajak subsoiler getar dengan aplikator pupuk (SIGAP) yang berpengetar depan dengan mekanisme penggetaran. sayap telah dibuat dan

bekerja dengan baik saat pengujian fungsional yang dilakukan di Laboratorium Lapangan Departemen Teknik Pertanian Institut Pertanian Bogor, di Leuwikopo, Bogor dan di kebun PG Jatitujuh, Majalengka, Jawa Barat. Pengamatan secara visual di lapangan memperlihatkan bahwa tanah dapat terbongkar dengan baik dan vibrasi yang diteruskan ke badan traktor tidak besar.

Hasil pengujian di kebun percobaan Leuwikopo IPB menggunakan traktor 70 hp menunjukkan bahwa slip roda rata-rata yang terjadi jika tanpa penggetaran adalah 32.8%, sedangkan slip roda rata-rata apabila digetarkan 17.2%. Kedalaman olah berkisar antara 35 cm hingga 38 cm dengan rata-rata 37 cm. Pada pengujian di PG. Jatitujuh dengan menggunakan traktor 140 hp di lahan ratoon menunjukkan bahwa kedalaman olah berkisar antara 36 cm sampai 51 cm dengan rata-rata 42 cm.

Secara umum mekanisme penggetaran sayap ini ini dapat menurunkan tahanan tarik antara 22.5% - 43.7% dengan rata-rata 30.0 %. Tahanan tarik rata-rata bajak subsoil yang digetarkan berkisar antara 10.36 – 15.75 kN dengan rata-rata 13.43 kN, yang dioperasikan pada kecepatan maju antara 0.3 - 0.67 m/detik dengan rata-rata kecepatan 0.44 m/detik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan kerjasama antara PT Rajawali Nusantara Indonesia dengan AMIn Unit Departemen Teknik Pertanian IPB dalam rangka pengembangan alat dan mesin untuk pemeliharaan tebu. Tim peneliti juga tak lupa mengucapkan banyak terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (DP2M), Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi (Dikti), Departemen Pendidikan dan Kebudayaan atas kesempatan yang diberikan untuk untuk menjalankan program kemitraan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Aldes, B. R., 2005. Pengujian Tahanan Tarik (Draft) Bajak Subsoil Getar Tipe Chissel Lengkung Parabolik. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
2. Biwanto, I. 2004. Desain Bajak Getar Tipe Chisel Lengkung Parabolik. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Instiuit Pertanian Bogor.
3. Mulyana. 2001. Uji Performansi Bajak Subsoil Getar dengan Dua Bilah Bajak. Skripsi. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
4. Radite, P.A.S, Wawan H. dan I N. Suastawa, 2003, Pengembangan Subsoiler Getar 2-Bajak, Jurnal Ilmiah Pertanian GAKURYOKU, Vol.IX No.2, 181-186
5. Radite, P.A.S, Wawan H., I N Suastawa dan E.N. Sembiring, 2001. Penurunan Tahanan Tarik Bajak Subsoil Dengan Penggetaran. Lab. Teknik Mesin Budidaya Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, IPB. ISBN 979-95521-2-5.
6. RaditeP.A.S dan I N. Suastawa, 1998. Analisis Gerak dan Karakteristik Penggetar Togel untuk Bajak Getar.Seminar Nasional dan Konggres VII

PERTETA Yogyakarta 27-28 Juli 1998.

7. Taufik, M.H. 2001. Rancang Bangun Mekanisme Peiggetar untuk Bajak Subsoil Getar dengan Dua Bilah Bajak. Skripsi. Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
8. Tupper, G.R. 1997. Low Till Parabolic Subsoiler: A New Design for Reduce Soil Surface Disturbance and Power Requirement. Bulletin 858. Miss. Agric. and Forestry Exp. Sta. Miss. State Mississippi.