

## Evaluasi Kinerja Tarik Buldozer Mini dengan Trek Kayu pada Beberapa Kondisi Landasan

### *Evaluation of Tractive Performance of Wooden Tracked Mini Bulldozer on Several Surfaces*

✓  
**Desrial, E. Namaken Sembiring, dan Wawan Hermawan**  
Staf pengajar pada Departemen Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor.  
PO Box 220 Bogor, Telp/fax. (0251)623026, e-mail: [desrial@ipb.ac.id](mailto:desrial@ipb.ac.id)

#### *Abstract*

*A small size and economically affordable bulldozer has been developed based on commonly use hand tractor. The new developed mini bulldozer is equipped with wooden track which was desiged to lower the production cost as well as to produce more traction ability. The aim of this research was to evaluate the tractive performance of wooden tracked mini bulldozer in three different ground surfaces namely soil, grass and gravel. The results of tractive performance test revealed that the maximum drawbar pull and drawbar power exerted by wooden tracked mini bulldozer on soil surface were found to be 4.16 kN and 0.66 kW respectively at 40% track slip. The maximum drawbar pull and drawbar power on grass surface were found to be 2.53 kN and 0.52 kW respectively at 33% track slip, while the maximum drawbar pull and drawbar power on gravel surface were found to be 2.79 kN and 0.46 kW respectively at 31% track slip. The coefficient of traction on soil, grass, and gravel surface were found to be 0.74, 0.45, and 0.49, respectively. It was also revealed that the coefficient of traction of wooden track on soil surface was 22.7% higher than that for rubber track.*

*Keywords : hand tractor, mini bulldozer, wooden track, tractive performance*

#### **Pendahuluan**

Penentuan alat dan mesin pertanian secara tepat yang dioperasikan pada tanah dengan jenis tanah serta kondisi tanah tertentu, merupakan syarat untuk berhasilnya usaha mekanisasi pertanian terutama dalam penggunaan tenaga yang optimal. Penggunaan trek sangat efektif jika diterapkan pada lahan yang memiliki jenis tanah yang memiliki daya dukung rendah. Alat traksi tipe trek (*track type traction device*) merupakan salah satu alat traksi yang menjadi alternatif dari alat traksi tipe roda, yang banyak digunakan di bidang pertanian seperti pada *combine harvester*, *trailer*, *mini backhoe*, traktor dan lain-lain. Dalam perkembangannya penggunaan trek dengan sepatu besi sudah mulai beralih ke bahan karet, namun demikian harganya masih relatif mahal. Sebagai contoh harga di pasaran untuk sepasang trek karet untuk *combine harvester* kecil mencapai Rp. 11.500.000,- (Setyawan, 2005) yang mana nilai ini masih tidak terjangkau bagi petani di Indonesia pada umumnya. Untuk itu diperlukan rancangan trek yang baru dengan menggunakan sumberdaya alam

Indonesia, dengan harga yang terjangkau dan kinerja serta mutu yang baik. Salah satu bahan yang memiliki potensi yang baik untuk digunakan sebagai bahan sepatu trek adalah bahan kayu.

Secara umum roda trek hanya terdiri atas dua jenis, trek besi dan trek karet, dan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Trek besi memiliki traksi yang sangat bagus namun dapat menyebabkan kerusakan pada jalan aspal saat digunakan menuju lahan. Trek karet memiliki banyak nilai tambah dibandingkan trek besi, diantaranya: lebih murah, tidak berisik, perawatan lebih mudah dan tidak menyebabkan kerusakan pada jalan.

Kedua jenis trek tersebut masih belum populer di kalangan petani Indonesia, dan alasan utamanya adalah harga yang tinggi dan relatif tidak terjangkau oleh mereka. Dengan mempertimbangkan bahwa penggunaan trek dapat meningkatkan kualitas pertanian, maka diperlukan suatu inovasi untuk merancang trek dengan bahan yang murah dan tersedia secara melimpah khususnya di Indonesia serta memiliki kualitas yang tidak kalah dengan trek besi dan trek karet.

Pada penelitian sebelumnya (Sembiring, 2005), telah dikembangkan traktor dengan alat traksi trek



karet sebagai hasil modifikasi dari traktor roda dua. Namun kinerja trek karet tersebut masih memiliki beberapa kekurangan, di antaranya adalah; 1) terlepasnya trek dari dudukannya (puli) walaupun telah diberi penahan yang disebabkan oleh sifat karet yang lentur sehingga dapat terlepas dari penahan yang telah diberikan, dan 2) nilai koefisien traksi traktor trek karet pada lahan tanah adalah 0.6 yang masih terhitung relatif kecil. Pada penelitian ini telah dikembangkan trek kayu untuk mengatasi masalah yang dialami oleh trek karet tersebut dan selanjutnya dilakukan uji kinerja dari trek kayu tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja tarik dan belok dari buldozer mini tipe trek kayu pada berbagai kondisi permukaan tanah, kerikil dan rumput.

**Bahan Dan Metode**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Budidaya Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

**Bahan Dan Alat**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: buldozer dengan trek kayu, traktor beban merk Yanmar YM330T, *handy type strain meter*, *load cell*, *stop watch*, *tachometer*, *ring sampler*, penetrometer tipe SR-2, dan oven.

**Prosedur Pengujian**

Pengukuran kinerja tarik buldozer mini dilakukan pada kondisi permukaan tanah, rumput dan kerikil. Sebelum pengujian, dilakukan pengukuran kondisi masing masing landasan yang meliputi: a) kerapatan isi tanah, b) kadar air dan c) tahanan penetrasi.

Kerapatan isi tanah (*bulk density*) dapat dihitung dengan rumus (Sapei *et al.*, 1990) :

$$\rho_d = \frac{m_{ik}}{V_t} \dots\dots\dots (1)$$

$\rho_d$  = kerapatan isi tanah (g/cm<sup>3</sup>)

$m_{ik}$  = massa tanah kering (g)

$V_{ik}$  = volume tanah dalam *ring sample* (cm<sup>3</sup>)

Kadar air tanah dihitung dengan rumus (Sapei *et al.*, 1990) :

$$K_A = \frac{m_{ib} - m_{ik}}{m_{ik}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

$K_A$  = kadar air basis kering (%)

$m_{ib}$  = massa tanah basah dalam *ring sample* (g)

$m_{ik}$  = massa tanah kering (g)

Untuk pengukuran tahanan penetrasi tanah dilakukan dengan menggunakan penetrometer tipe SR-2 dengan kerucut berpenampang 2 cm<sup>2</sup>. Tahanan

penetrasi tanah dihitung dengan rumus:

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

$T_p$  = tahanan penetrasi (kPa)

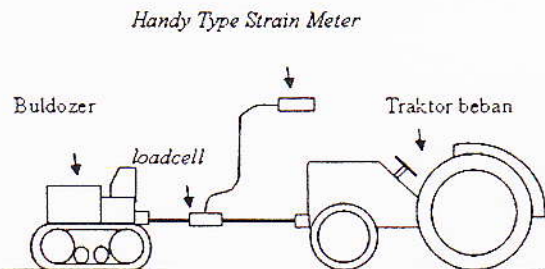
$F_p$  = beban penetrasi terukur pada penetrometer (kg)

$m_p$  = massa penetrometer (kg)

$A_k$  = luas penampang kerucut (cm<sup>2</sup>)

**Uji Kinerja Tarik (*Drawbar Performance*)**

Pengujian *drawbar performance* ini dilakukan pada tiga permukaan, yaitu permukaan tanah, rumput dan kerikil. Pada pengujian kinerja tarik buldozer mini dengan trek kayu, dilakukan dengan memberikan beban tarik berupa traktor roda empat dengan pengereman. Pengujian dilakukan dengan memasang *load cell* pada kawat yang digunakan untuk menarik beban yang diberikan, seperti tampak pada Gambar 1. Parameter yang diukur pada pengujian ini adalah: (1) beban tarik, (2) kecepatan maju, dan (3) slip trek.



Gambar 1. Skema uji kinerja tarik (Desrial, 2001)

Kecepatan maju buldozer dapat diukur dengan cara mengukur waktu tempuh buldozer sejauh 10 m (jarak antara dua patok), selanjutnya kecepatan buldozer dihitung menggunakan persamaan berikut (Liljedal, *et al.*, 1979):

$$v = \frac{S}{t} \dots\dots\dots (4)$$

dengan:

$v$  = kecepatan buldozer (m/s)

$s$  = jarak tempuh (m)

$t$  = waktu tempuh (s)

Slip trek kayu diukur dengan cara membandingkan jarak tempuh buldozer dalam 5 putaran trek saat pembebanan dengan jarak tempuh buldozer dalam 5 putaran trek tanpa beban. Persamaan yang digunakan adalah (Liljedal, *et al.*, 1979):

$$S = \frac{S_0 - S_t}{S_0} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

dengan:

$S$  = Slip trek kayu (%)

$S_0$  = jarak tempuh 5 putaran trek tanpa beban (m)

$S_t$  = jarak tempuh 5 putaran trek dengan beban (m)

Tenaga tarik buldozer dihitung dengan



menggunakan persamaan (Liljedal, *et al.*, 1979):

$$T = v \times B \dots\dots\dots (6)$$

dengan:

$T$  = tenaga tarik (Watt)

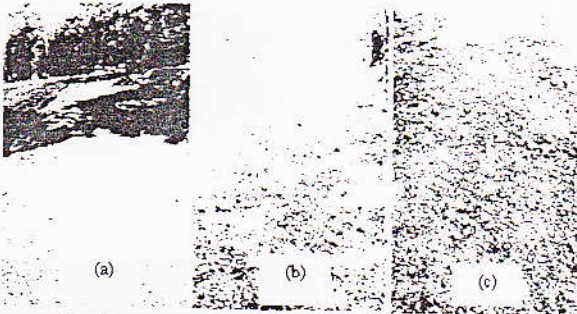
$v$  = kecepatan tempuh (m/s)

$B$  = beban tarik (N)

## Hasil Dan Pembahasan

### A. Kondisi Tanah Percobaan

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah, didapatkan data kondisi tanah yang disajikan pada Tabel 1. Kondisi lahan tempat penelitian berlangsung dapat dilihat pada Gambar 2.

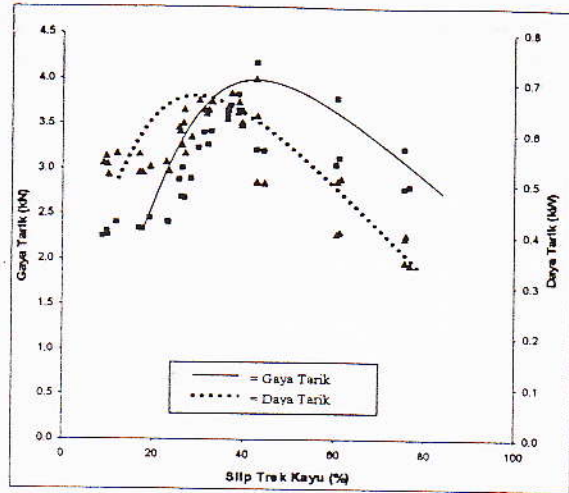


Gambar 2. Kondisi permukaan landasan; (a) permukaan tanah, (b) Permukaan rumput, dan (c) permukaan kerikil

### B. Pengujian Kinerja Tarik

#### 1. Kinerja Tarik pada Permukaan Tanah

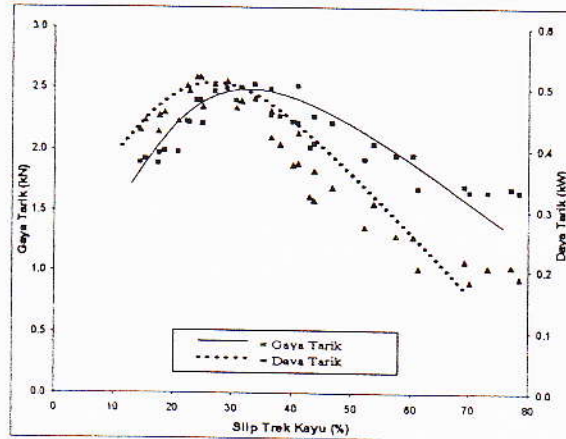
Buldozer akan mampu menarik traktor beban apabila traksi yang dihasilkan oleh trek karena perputaran roda, mampu merubah torsi menjadi tenaga tarik yang lebih besar daripada tahanan gelinding. Dari hasil pengukuran beban tarik pada permukaan tanah diperoleh tenaga tarik seperti yang disajikan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 terlihat bahwa *drawbar pull* akan naik sampai nilai maksimum yang berkisar 4.16 kN pada slip 40 %. Sedangkan untuk *drawbar power* akan mencapai nilai maksimum sebesar 0.66 kW. Kecepatan rata-rata dari pengujian ini adalah 0.188 m/s.



Gambar 3. Grafik hubungan antara slip trek kayu dengan gaya tarik dan daya tarik pada permukaan tanah

#### 2. Kinerja Tarik pada Permukaan Rumput

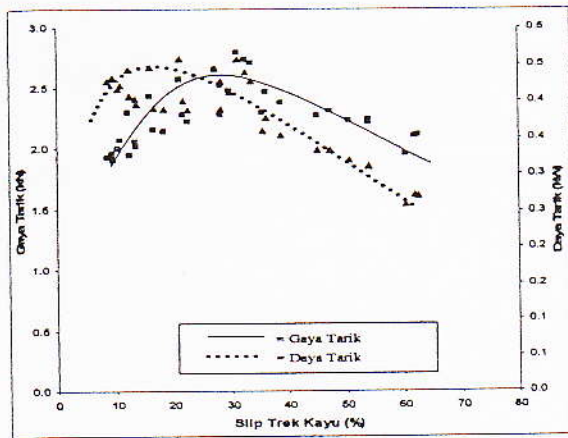
Dari pengujian di lahan berumput diperoleh data seperti pada Gambar 4. Dari gambar tersebut diketahui *drawbar pull* akan naik secara ekstrim hingga mencapai titik maksimum 2.53 kN pada slip 33 %. Sedangkan untuk daya tarik akan mencapai nilai maksimum yaitu sebesar 0.52 kW. Kecepatan rata-rata pengujian ini adalah 0.179 m/s.



Gambar 4. Grafik hubungan antara slip trek kayu dengan gaya tarik dan daya tarik pada permukaan rumput

#### 3. Tenaga Tarik pada Permukaan Kerikil

Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran *drawbar pull* pada permukaan kerikil. Terlihat bahwa *drawbar pull* akan naik hingga mencapai titik maksimum 2.71 kN pada slip 43 %. Sedangkan untuk *drawbar power* akan mencapai nilai maksimum pada slip tersebut yaitu sebesar 0.46 kW. Kecepatan rata-rata pengujian adalah 0.170 m/s.



Gambar 5. Grafik hubungan antara slip trek kayu dengan gaya tarik dan daya tarik pada permukaan kerikil

Hasil pengukuran kinerja tarik pada ketiga jenis permukaan lahan menunjukkan bahwa kemampuan traksi dari trek kayu yang dipasangkan pada buldozer mini menunjukkan perbedaan yang nyata tergantung dari jenis permukaan lahan. Dari ketiga jenis

permukaan lahan pada permukaan rumput akan menghasilkan slip yang lebih besar dibandingkan dengan permukaan tanah dan kerikil pada tingkat pembebanan yang sama. Pada titik pengujian awal, di mana putaran motor traktor beban adalah 1500 rpm pada transmisi L1, pada permukaan tanah buldozer mengalami slip sebesar 10.4%; permukaan rumput sebesar+ 15.3 % dan kerikil sebesar 8.7 %.

Untuk hasil pengukuran daya tarik, pada permukaan tanah buldozer menghasilkan gaya tarik maksimum sebesar 4.16 kN pada slip sebesar 40 % sedangkan daya tarik sebesar 0.66 kW. Pada permukaan rumput, gaya tarik maksimum sebesar 2.53 kN pada slip 33 % dengan daya tarik sebesar 0.52 kW. Untuk permukaan kerikil, gaya tarik maksimum 2.79 kN pada slip 43 % dan daya tarik power sebesar 0.46 kW. Tabulasi data hasil pengukuran tenaga tarik trek kayu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data kondisi tanah percobaan

Parameter	Permukaan tanah	Permukaan rumput	Permukaan kerikil		
Kadar air (%)	20.72	25.56	22.99		
Kerapatan isi tanah ( $g/cm^3$ )	1.43	1.49	1.35		
Tahanan Penetrasi (kPa)	Kedalaman (cm)	0-5	2030.81	1913.21	1893.61
		5-10	1501.61	1678.01	1658.41
		10-15	1266.41	992.01	1011.61
		20	1638.81	992.01	992.01

Tabel 2. Data hasil pengukuran tenaga tarik trek kayu

Jenis Permukaan	Gaya Tarik Maksimum (kN)	Daya Tarik Maksimum (kW)	Koefisien Traksi
Tanah	4.16	0.66	0.74
Rumput	2.53	0.52	0.45
Kerikil	2.79	0.46	0.50

Tabel 3. Data perbandingan kinerja tarik trek karet dan trek kayu

Jenis Permukaan	Gaya Tarik Maksimum (kN)		Daya Tarik Maksimum (kW)		Koefisien Traksi	
	Trek Karet *	Trek Kayu	Trek Karet *	Trek Kayu	Trek Karet *	Trek Kayu
	Tanah	2.15	4.16	0.35	0.68	0.6
Rumput	2.68	2.53	0.37	0.52	0.76	0.45

Sumber: \*) Putera, 2004



Jika dibandingkan, terlihat bahwa pada permukaan tanah, buldozer menghasilkan drawbar pull yang lebih besar daripada permukaan lainnya. Hal ini disebabkan kemampuan trek untuk melakukan penetrasi terhadap tanah lebih baik daripada kemampuan penetrasi trek terhadap permukaan rumput dan kerikil. Permukaan kerikil yang tidak solid serta permukaan rumput tebal mengakibatkan sulitnya trek melakukan penetrasi.

Dari penelitian sebelumnya (Putera, 2003), didapat nilai drawbar power maksimum untuk traktor dengan trek karet pada pengujian dengan putaran mesin 1200 rpm, sebesar 0.35 kW untuk lahan tanah pada slip 20% dan 0.37 kW untuk lahan berumput pada slip 25%. Data hasil perbandingan kinerja tarik dari trek kayu dan trek karet dapat dilihat pada Tabel 3.

Dengan membandingkan data traktor dengan trek karet dengan data pengujian yang sudah dilakukan, diketahui nilai gaya tarik maksimum traktor trek kayu ternyata lebih tinggi bila dibandingkan dengan nilai gaya tarik maksimum traktor dengan trek karet. Pada pengujian dengan putaran mesin 2000 rpm, traktor trek kayu memiliki nilai *drawbar power* sebesar 0.64 kW pada slip 42.9 %. Pada permukaan rumput, *drawbar power* sebesar 0.52 kW pada slip 24.65 %. Untuk permukaan kerikil, *drawbar power* sebesar 0.46 kW pada slip 21.36 %. maksimum sebesar 0.35 kW. Sedangkan dari pengujian traktor dengan trek karet dengan putaran mesin 1200 rpm, traktor trek karet memiliki nilai *drawbar power* maksimum sebesar 0.35 kW untuk lahan tanah pada slip 20% dan 0.37 kW untuk lahan berumput pada slip 25%. Perbedaan nilai *drawbar power* maksimum tersebut antara lain disebabkan oleh perbedaan putaran motor yang digunakan yaitu 1200 rpm untuk traktor trek karet dan 2000 rpm untuk buldozer mini dengan trek kayu. Nilai *drawbar pull* maksimum yang didapat pada pengujian traktor trek karet di lahan tanah adalah 2.2 kN dan di lahan berumput adalah 2.7 kN. Sedangkan nilai *drawbar pull* maksimum yang didapat pada pengujian pada permukaan tanah, buldozer menghasilkan *drawbar pull* maksimal sebesar 4.16 kN pada slip sebesar 40 %. Pada permukaan rumput, *drawbar pull* maksimal sebesar 2.28 kN pada slip 33 %. Untuk permukaan kerikil, *drawbar pull* 2.79 kN pada slip 31.27 %. Data di atas menunjukkan bahwa gaya tarik bersih yang dihasilkan oleh traktor trek karet pada pengujian yang sudah dilakukan ternyata lebih kecil daripada buldozer mini dengan trek kayu.

Dari hasil pengukuran pada permukaan yang berbeda terlihat bahwa kinerja buldozer dengan trek kayu lebih baik pada permukaan tanah. Pada permukaan tanah menghasilkan koefisien traksi sebesar 0.74 sedangkan pada permukaan rumput dan kerikil berturut-turut adalah 0.45 dan 0.50.

Nilai koefisien traksi traktor trek karet dengan berat 358 kg (3509.21 N) pada lahan tanah adalah 0.6 untuk drawbar pull maksimum sebesar 2149.11 N dan pada lahan berumput sebesar 0.76 untuk drawbar pull maksimum sebesar 2682.74 N. Sedangkan nilai

koefisien traksi buldozer mini dengan trek kayu dengan berat 576.58 kg (5650.48 N) pada lahan tanah untuk drawbar pull maksimum 4162 N adalah 0.74 dan pada rumput koefisien traksi untuk drawbar pull maksimum 2.53 kN adalah 0.45. Data tersebut menunjukkan bahwa buldozer mini dengan trek kayu ternyata pada permukaan tanah menghasilkan traksi lebih besar dibandingkan traktor dengan trek karet dengan kenaikan koefisien traksi sebesar 22.7 %. Sedangkan pada permukaan rumput, koefisien traksi trek kayu jauh lebih rendah, dengan penurunan sebesar 41.2 %.

Dengan perbandingan di atas, terlihat bahwa kinerja trek kayu sudah bisa dianggap layak untuk diproduksi dan diterapkan dilapangan secara luas. Serta dari hasil pengujian di lahan, rangkaian trek kayu dapat berjalan dengan lancar. Trek kayu ini dapat berjalan pada lahan tanah, rumput, jalan beraspal, baik rata maupun yang agak bergelombang.

### Kesimpulan

1. Pada permukaan tanah, kinerja tarik buldozer mini dengan trek kayu adalah; gaya tarik maksimum sebesar 4.16 kN pada slip sebesar 40 % dengan nilai daya tarik maksimum sebesar 0.66 kW, pada kecepatan rata-rata 0.188 m/s. Nilai koefisien traksinya adalah sebesar 0.74.
2. Pada permukaan rumput; gaya tarik maksimum sebesar 2.53 kN pada slip sebesar 33 % dengan nilai daya tarik maksimum sebesar 0.52 kW, pada kecepatan rata-rata 0.179 m/s. Nilai koefisien traksinya adalah sebesar 0.45.
3. Pada permukaan kerikil; gaya tarik maksimum sebesar 2.79 kN pada slip sebesar 31.27 % dengan nilai daya tarik maksimum sebesar 0.46 kW, pada kecepatan rata-rata 0.170 m/s nilai koefisien traksinya adalah sebesar 0.50.
4. Pada permukaan tanah trek kayu bekerja lebih baik dibandingkan dengan permukaan rumput dan kerikil.
5. Pada permukaan tanah kinerja dari trek kayu lebih baik daripada trek karet dengan peningkatan koefisien traksi sebesar 22.7 %.

### DAFTAR PUSTAKA

- Desrial. 2001. Development of Circular Grouser Rubber Track for Improving Turning Performance of Tracked Vehicles. [Dissertation]. Graduate School of Bioresources Mie University.
- Liljedahl, JB, PK Turnquist, DW Smith and M Hoki. 1989. Traktors and Their Power Units. Fourth Edition. An Avi Books. New York. USA.
- Putera, SE. 2004. Rancang Bangun Traktor Trek Karet Berbasis Traktor Tangan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Sembiring E. N., dan Desrial, 2006. Development and Performance Evaluation of Hand Tractor Based



*Mini-Bulldozer Prosiding The Fifth IMT-GT  
Biannual Conference & International Seminar  
2006, University of North Sumatera*

Sapei, A., E. N. Sembiring dan G. Pramuhadi. 1990.  
Kajian Hubungan Antara Kekuatan Tanah dengan  
Densitas pada Tanah Latosol dan Podsolik

Merah Kuning. Buletin Keteknikan Pertanian  
Vol 14 No. 1 hal 1-8.

Setyawan, T. I. 2005. Rancang Bangun Prototipe Alat  
Traksi Tipe Trek Kayu. Skripsi. Fakultas  
Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.