

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 6, No. 1, April 2018



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, dan mulai tahun ini berisi 15 naskah untuk setiap nomornya. Peningkatan jumlah naskah pada setiap nomornya ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota PERTETA tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam invited paper yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, review perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, technical paper hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta research methodology berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (online submission) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 6 No. 1 April 2018. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Edward Saleh, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Nurpilihan Bafdal, M.Sc (Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran), Prof.Dr.Ir. Lilik Sutiarto, M.Eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Andri Prima Nugroho, STP., M.Sc (Universitas Gadjah Mada), Prof.Dr.Ir. Bambang Purwantana (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Radite Praeko Agus Setiawan, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Ir. I Made Anom Sutrisna Wijaya, M.App.Sc., Ph.D (Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana), Dr.Ir. Amin Rejo, M.P (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Dr.Ir. Hasbi, MSi (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Dr. Siti Nikmatin, M.Si (Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor), Dr. Farkhan (PT. CNC Controller Indonesia), Dr. Alimuddin, ST., MM., MT (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa) Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, STP., M.Si (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Jember), Dr. Radi, STP., M.Eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Lenny Saulia, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Nursigit Bintoro, M.Sc (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Andasuryani, STP., M.Si (Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Andalas), Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. I Dewa Made Subrata (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr. Ir. Nora H. Pandjaitan, DEA (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Rusnam, MS (Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas), Dr. Radi, STP., M.Eng (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Gadjah Mada), Dr. Suhardi, STP., MP (Program Studi Keteknikan Pertanian, Universitas Hasanuddin) Dr. Ir. Yuli Suharnoto, M.Eng (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Analisis Performansi Model Roda Ramping Bersirip (*Narrow Lug Wheel*) pada Tanah Basah di Soil bin

Model Performance Analysis of Narrow Lug Wheel for Wetland at Soil bin

Muhammad Idkham, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
Email: migziyah@gmail.com

Tineke Mandang, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
Email: tineke_mandang_2003@yahoo.com

Wawan Hermawan, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
Email: wawanfateta@yahoo.co.id

Gatot Pramuhadi, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.
Email: gramuhadi@yahoo.com

Abstract

The design of lug wheels are generally used for cultivation only, not for seeding, planting and weeding. This is due not compatible the shape and size of the lug wheel general design (existing). Therefore it would need to develop a design of narrow lug wheel which shape and size suitable for rice cultivation on the activities of seeding, planting and weeding. The purpose of this study is to analysis the performance of narrow lug wheel for wetland at soil bin test. Lug angle and lug height were varied, designed lug angle of 30°, 40° and 45°, with with lug width 7 cm and lug heights 7 cm, 10.5 cm and 14 cm. Research result analysis included relation of tractive efficiency, wheel slip, wheel sinkage to several levels of drawbar load, and several levels of lug angle and lug height ratio. Lug angle have a dominant influence on the change of slip, sinkage and tractive efficiency. The optimal Lug dimension and lug angle is was resulted by wide of lug was was 7 cm, high was was 10,5cm and and angle of of 45 degrees, maximum tractive efficiency value on optimal lug dimension and lug angle was was 24.5%.

Keywords: narrow lug wheel, traction performance, wetland, soil bin.

Abstrak

Rancangan roda besi bersirip pada umumnya digunakan untuk budidaya pertanian terbatas hanya pada kegiatan pengolahan tanah, tidak untuk pembenihan, penanaman dan pemeliharaan tanaman. Hal ini disebabkan oleh tidak cocok bentuk dan ukuran roda besi bersirip rancangan umum (*existing*). Oleh sebab itu perlu kiranya dikembangkan sebuah rancangan roda ramping bersirip (*narrow lug wheel*) yang bentuk dan ukurannya sesuai untuk budidaya padi sawah pada kegiatan pembenihan, penanaman dan pemeliharaan. Tujuan penelitian untuk menganalisis kinerja model roda ramping bersirip (*narrow lug wheel*) pada lahan basah dengan pengujian di soil bin. Sudut sirip dan tinggi sirip divariasikan, sudut sirip dirancang sebesar 30°, 40° dan 45° dan lebar sirip tetap 7 cm serta tinggi sirip 7 cm, 10.5 cm dan 14 cm. Analisis hasil penelitian meliputi: hubungan *tractive efficiency* (%), *slipp* (%), *sinkage* (cm) terhadap beban tarik (N) pada berbagai tingkat sudut dan rasio sirip roda. Sudut sirip memiliki pengaruh dominan terhadap perubahan slip roda, ketenggelaman roda (*sinkage*) dan efisiensi traksi. Ukuran sirip dan sudut sirip optimum dihasilkan oleh sirip berdimensi lebar 7 cm dan tinggi sirip 10.5 cm dengan sudut sirip 45 derajat, nilai efisiensi traksi maksimum pada ukuran sirip dan sudut sirip optimum adalah sebesar 24.5%.

Kata kunci: Roda ramping bersirip, performansi traksi, lahan basah, soil bin.

Diterima: 17 April 2017; Disetujui: 25 Januari 2018

Latar Belakang

Konsumsi beras per kapita terus mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan taraf hidup penduduk Indonesia. Hal tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan beras nasional yang juga dipengaruhi oleh pertumbuhan jumlah penduduk yang mencapai 258,704,900 jiwa pada tahun 2016 (BPS, 2017).

Pengaplikasian mekanisasi masih terbatas pada kegiatan pengolahan lahan dan kurang digunakan pada proses perawatan setelah tanam. Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan alat dan mesin pertanian untuk perawatan setelah tanam adalah mobilisasi alat mekanisasi di lahan. Roda traktor yang biasa digunakan petani umumnya bertapak lebar, sehingga penggunaan roda dengan spesifikasi tersebut tidak sesuai mengingat lorong alur (spasi) antar tanaman umumnya sempit yang akan berpotensi menimbulkan kerusakan fisik pada tanaman yang sudah ditanam.

Traktor roda dua atau juga sering disebut dengan traktor tangan berdasarkan jenis rodanya dibagi menjadi dua yaitu roda ban karet dan roda besi bersirip (roda sangkar/*cage wheel*). Traktor tangan dengan jenis roda besi bersirip banyak digunakan untuk kegiatan pengolahan tanah sawah. Lahan sawah di Indonesia umumnya mempunyai kadar air tinggi dan tidak jarang traktor harus dioperasikan pada tanah yang jenuh dan tergenang air sehingga mobilitas traktor di permukaan tanah tersebut terkadang sangat rendah..

Penggunaan traktor sangat dibutuhkan dalam budidaya pertanian pengolahan tanah melalui traksi yang dihasilkan, kinerja traksi traktor sangat ditentukan oleh jenis, bentuk dan model roda yang dipakai. Petani padi lahan sawah di Indonesia lebih memilih menggunakan traktor roda dua dibanding dengan traktor roda empat, dan lebih menyukai penggunaan roda besi bersirip (*cage wheel*) daripada roda ban karet (*tire*), hal ini disebabkan karena petani padi sawah di Indonesia mayoritas memiliki petakan lahan kecil, kondisi lahan dengan kadar air tinggi (jenuh) dan sering kali traktor mengolah tanah pada kondisi lahan tergenang air sehingga sangat berpengaruh terhadap kinerja traktor di lapangan.

Traktor roda dua digunakan hanya untuk pengolahan tanah di lahan sawah, sehingga siklus penggunaannya sangat singkat dan terbatas, tidak optimal, secara manajemen petani pemilik traktor juga kurang maksimal (tidak ekonomis), sementara masih terdapat beberapa kegiatan lainnya setelah pengolahan tanah hingga waktu panen dan pengolahan tanah berikutnya yakni kegiatan perawatan seperti pemupukan, pembersihan tanaman pengganggu (gulma) dan lainnya.

Hal tersebut terjadi karena kondisi bentuk dan ukuran roda besi (*cage wheel*) yang tersedia saat ini tidak sesuai dengan jarak tanam padi di lahan

sawah, lebar roda besi lebih besar dibanding dengan jarak tanam padi, kondisi tersebut menyebabkan aktifitas roda yang melalui tanaman akan mengenai padi sehingga dapat merusak bahkan berdampak hingga tanaman padi mati.

Oleh karena itu perlu kiranya menentukan jenis roda traktor roda dua yang sesuai seperti roda ramping bersirip (*narrow lug wheel*) agar dapat beroperasi diantara jarak tanaman tanpa mengganggu pertumbuhan, perkembangan tanaman padi di lahan sawah, dan mampu menghasilkan kinerja traksi yang baik, serta slip dan sinkage yang relative kecil. Roda ramping bersirip (*narrow lug wheel*) ini diaplikasikan pada saat kegiatan setelah pengolahan tanah dimana aplikasinya tidak merusak barisan tanaman padi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja model roda ramping bersirip (*narrow lug wheel*) pada lahan basah dengan pengujian di soil bin.

Bahan dan Metode

Pengujian dan analisis kinerja roda ramping bersirip dilakukan pada *soil bin* dengan tiga variasi dimensi dan sudut kemiringan sirip. Penelitian roda ramping bersirip ini merupakan model roda modifikasi dari roda besi bersirip traktor dan roda ramping *transplanter* yang digunakan untuk lahan padi sawah pada kegiatan pemeliharaan (setelah pengolahan tanah) seperti pemupukan dan pembersihan gulma.

Pengujian roda dilakukan pada model kotak uji tanah (*soilbin*) meliputi pengumpulan informasi tentang konsep desain, perancangan roda, pembuatan prototipe roda, pengujian roda pada soilbin. Untuk pengujian roda dilakukan pada kondisi kadar air lembab 35.2% (bb) dan tidak ada tanaman padi, kondisi tersebut tujuannya mengasumsikan bahwa lahan padi sawah dengan kadar air 35.2% (bb) dalam keadaan macak-macak sesuai dengan keadaan kondisi lahan padi dengan menggunakan metode *System Rice Intensification* (SRI) atau kondisi lahan sawah pada saat umur padi 2 minggu setelah tanam (14 HST).

Rancangan Roda Ramping Bersirip

Tahapan penelitian dimulai dengan pengumpulan informasi tentang konsep desain dan pembuatan sketsa rancangan roda besi ramping bersirip, perancangan roda, pembuatan prototipe roda dan pengujian roda pada *soilbin*.

Pengumpulan informasi beberapa konsep dan sketsa roda ramping bersirip yang akan dirancang didasarkan pada hasil-hasil penelitian sebelumnya (studi literatur), dengan mempertimbangkan kekurangan dan kelebihan dari konsep-konsep tersebut, kemudian diambil konsep yang dinilai paling baik dari konsep-konsep yang ada.

Untuk meningkatkan besarnya traksi yang perlu diperhatikan dari variasi parameter desain untuk roda bersirip adalah sudut sirip (*lug angle*), jarak sirip (*lug spacing*), ukuran sirip (*lug size*), bentuk sirip (*lug shape*), mekanisme sirip (*lug mechanism*) dan sudut keliling (*circumferential angle*).

Perancangan roda ramping bersirip merupakan pengembangan dari konsep desain di atas. Pada tahap ini akan ditentukan dimensi rancangan roda, bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan prototipe roda yang selanjutnya dibuat gambar desain dengan ukuran-ukuran yang telah ditentukan dan menetapkan bahan-bahan yang dipakai.

Traktor yang dipakai adalah Traktor Tangan Yanmar jenis Bromo DX dengan spesifikasi; daya 8.5 HP, panjang 264 cm, lebar 76.5 cm, tinggi 106 cm, berat 250kg.

Saat ini roda yang digunakan pada traktor tangan adalah jenis roda ban (*tire*) dan jenis roda besi bersirip/roda sangkar (*cage wheel*). Roda tersebut akan dimodifikasi menjadi jenis roda ramping (*narrow wheel*), seperti yang biasanya digunakan pada mesin *ricetransplanter* dan akan dipakai pada traktor tangan untuk budidaya lahan padi sawah.

Flens dan diameter roda ramping akan disesuaikan besarnya dengan diameter roda sangkar, sementara bentuk sirip, sudut dirancang yang bahannya terbuat dari jenis baja (sebelumnya dari bahan karet ketas).

Roda Ramping Bersirip Uji Soil-bin

Pada tahap ini adalah pembuatan/manufaktur roda besi bersirip ramping (*narrow lug wheel*). Pembuatan roda untuk diuji pada soil bin (*soil-bin test*).

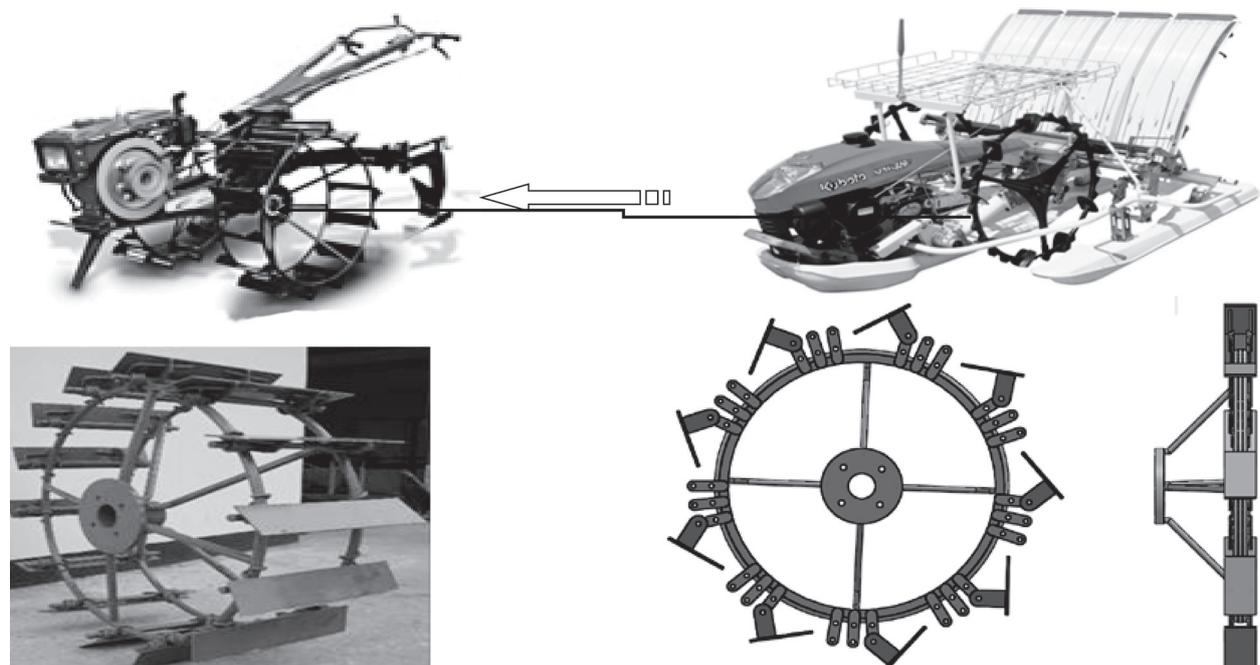
Tabel 1. Kombinasi antara sudut sirip dengan tinggi sirip pada *soil-bin test*.

Sudut sirip (θ)	Lebar (cm)	Tinggi sirip (cm)	Rasio (R)
30°	7	7	1
		10.5	0.75
		14	0.5
40°	7	7	1
		10.5	0.75
		14	0.5
45°	7	7	1
		10.5	0.75
		14	0.5

Perancangan roda untuk pengujian pada soil bin akan disesuaikan ukuran dan dimensinya terhadap soil bin yang akan digunakan, soil bin yang akan digunakan adalah soil bin yang terdapat pada Laboratorium “Siswadi Soepardjo” Lewikopo, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.

Adapun sudut sirip dan tinggi sirip divariasikan, sudut sirip dirancang sebesar 30°, 40° dan 45° dan lebar sirip tetap 7 cm serta tinggi sirip 7 cm, 11.5 cm dan 14 cm. Selanjutnya sudut dan tinggi sirip diuji dengan kombinasi berikut ini:

Selanjutnya dilakukan uji pada soil bin, Soil bin yang digunakan berupa bak tanah berdimensi panjang 1800 mm, lebar 350 mm dan kedalaman 300 mm. Perlengkapan uji *soil bin* yang dipakai sudah tersedia dimana sebelumnya dirancang bangun dan digunakan oleh Hermawan (2001). Tanah yang digunakan berasal dari lahan padi sawah di desa



Gambar 1. Modifikasi jenis roda sangkar dan roda ramping.

Cikarawang. Tanah tersebut diayak dengan ayakan berukuran 2 mm (mesh 10) dan kemudian dikering anginkan. Tanah disiapkan dan dikondisikan pada bak tanah (*soil bin*) dengan kadar air rata-rata 35.2% (bb), *dry bulk density* 1.019 g/cm³, nilai kohesi (c) 0.074 kg/cm², tahanan penetrasi 0.68 kg/cm², batas cair 43.5% (bb) dan batas plastis 29.3% (bb). Penentuan tingkat kadar air dan sifat fisik tanah pada percobaan ini didasarkan pada hasil pengukuran terhadap tanah sawah menggunakan metode *System Rice Intensification* (SRI) di Desa Cikarawang, Kabupaten Bogor

Soil-bin terdiri dari, rangka pembawa yang berfungsi sebagai pembawa roda uji ketika bergerak maju, rangka dudukan roda sebagai tempat dudukan roda uji, motor listrik sebagai sumber tenaga gerak roda uji, *gear box* sebagai pereduksi kecepatan putar motor listrik, *bearing* sebagai unit mekanisme untuk menaik-turunkan rangka dudukan roda ketika melintas di bak tanah, sepasang rail untuk tempat lintasan rangka pembawa, *sprocket* sebagai unit transmisi daya, dan rantai sebagai unit transmisi daya serta penarik beban pemberat. Alat-alat yang digunakan untuk pengkondisian dan pengukuran tanah percobaan meliputi, ayakan, alat pengaduk tanah, alat perata tanah, ring sample, literan, dan oven pengering tanah.

Pengujian tersebut akan menghasilkan nilai parameter uji (slip, *sinkage* dan traksi).

Pengukuran slip roda dilakukan dengan cara melakukan pengukuran terhadap jumlah putaran roda dan jarak tempuh roda. Jumlah putaran roda dan jarak tempuh roda diukur menggunakan *linear potentiometer*.

Pengukuran *sinkage* roda bertujuan untuk mengetahui besarnya ketenggelaman yang dihasilkan oleh roda traksi. *Sinkage* roda diukur menggunakan *linear potentiometer*.

Traksi diukur menggunakan *ring transducer*

yang telah dipasang sensor *strain gauge*. Dalam kalibrasi ini, *ring transducer* yang telah dipasang *strain gauge* diberikan beban tarik yang meningkat secara bertahap. Perubahan regangan pada *ring transducer* akan mengakibatkan perubahan voltase yang terbaca dari keluaran *strain amplifier*.

Nilai terbaik diperoleh yang dari uji tersebut akan dipakai sebagai pengujian roda ramping bersirip (*narrow lug wheel*) berikutnya yang ditambahkan dengan sistem pelampung diantara jari-jari roda.

Model roda ramping bersirip (*narrow lug wheel*) dengan sistem pelampung diuji kembali pada soil bin untuk selanjutnya hasilnya dianalisis guna mengetahui kinerja dari roda tersebut.

Parameter yang akan dianalisis terdiri atas: (a) Efisiensi traksi (ET), (b) Gaya tarik (*pull*), (c) Slip roda (%), (d) *Sinkage* roda (cm).

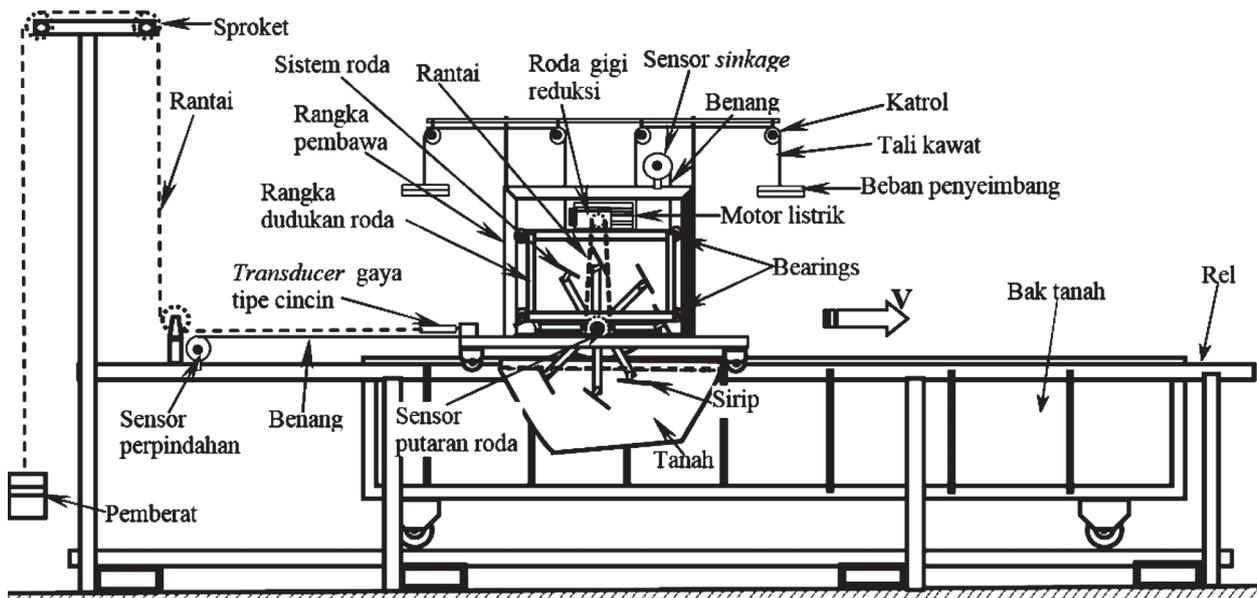
Analisis hasil penelitian meliputi: (a) hubungan *Tractive Efficiency* (%) terhadap beban (N) pada berbagai tingkat sudut dan rasio sirip roda, (b) hubungan Slipp (%) terhadap beban (N) pada berbagai tingkat sudut dan rasio sirip roda, (c) hubungan *Sinkage* (cm) terhadap beban (N) pada berbagai tingkat sudut dan rasio sirip roda dan (d) hubungan *Dry Bulk Density* (g/cm³) terhadap beban (N) pada berbagai tingkat sudut dan rasio sirip roda

Hasil dan Pembahasan

Slip Roda

Hubungan Tinggi dan Sudut Sirip Terhadap Slip Roda

Perlakuan tinggi dan sudut sirip terhadap uji slip roda bersirip ramping ini diberikan pada beban tarik yang sama (5.3 kg), berdasarkan grafik pada Gambar 3 tampak bahwa, parameter tinggi sirip memiliki pengaruh yang kecil terhadap slip roda yang dihasilkan, adapun parameter perubahan



Gambar 2. Model Soilbin dan Perlengkapan untuk Pengujian.

sudut sirip merupakan indikator yang paling berpengaruh terhadap perubahan slip roda. Hal ini menggambarkan bahwa perubahan tinggi sirip dalam kondisi sudut yang sama menghasilkan pola pergerakan sirip didalam tanah yang relatif sama, seperti pada kondisi sudut 30 derajat dengan tinggi sirip 7, 10.5 dan 14 cm menghasilkan slip berturut turut 35.5, 34.1 dan 34.2%. Tetapi sebaliknya perubahan sudut sirip dengan dengan kondisi tinggi sirip yang tetap menghasilkan nilai slip yang relatif besar pula, seperti pada tinggi sirip 7 cm dengan perubahan sudut sirip 30, 40 dan 45 derajat menghasilkan slip berturut turut 35.5, 41.4 dan 42.4%.

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 dapat dijelaskan lebih lanjut pada tiga variasi perubahan tinggi dan sudut sirip, bahwa ketiga tinggi sirip dengan perubahan sudut sirip mempunyai kecenderungan yang sama yaitu terjadi peningkatan nilai slip dari sudut 30 menjadi 40 derajat, dari sudut 40 menjadi 45 derajat tidak memperlihatkan perubahan nilai slip yang berarti. Hal ini disebabkan oleh gaya reaksi tanah arah horizontal yang akan semakin meningkat dengan semakin kecilnya sudut sirip sehingga akan mengakibatkan slip pada roda semakin kecil. Berdasarkan grafik tersebut tampak bahwa nilai slip roda terkecil dihasilkan oleh sirip roda dengan sudut sirip 30 derajat.

Hubungan Beban Tarik Terhadap Slip Roda pada Dimensi Sirip 7x10.5 cm dengan Sudut Sirip 45 Derajat

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa hubungan beban tarik terhadap slip pada dimensi sirip (7x10.5) cm dengan sudut sirip 45 derajat adalah linier atau berbanding lurus. Hal ini menggambarkan bahwa dengan meningkatnya beban tarik maka slip roda yang terjadi juga akan semakin meningkat. Gambaran diatas terjadi karena penambahan beban tarik akan menyebabkan peningkatan gaya tekan sirip arah horizontal pada saat roda melintas. Peningkatan gaya tekan sirip arah horizontal menyebabkan sirip akan terus menekan tanah sampai tanah tersebut memberikan gaya reaksi tanah arah yang sama dengan gaya tekan sirip. Keadaan seperti tersebut kalau terus berlanjut akan mengakibatkan sirip roda semakin dalam menekan tanah sehingga terjadi depormasi tanah yang mengakibatkan jumlah putaran roda semakin meningkat sementara jarak tempuh roda akan semakin pendek. Perubahan beban tarik yang meningkat juga mengakibatkan peningkatan terjadinya kelengketan tanah pada sirip roda. Peningkatan kelengketan tanah pada sirip roda ini akan mengakibatkan pengurangan gaya angkat dan gaya dorong pada sirip sehingga berpengaruh terhadap nilai slip pada roda.

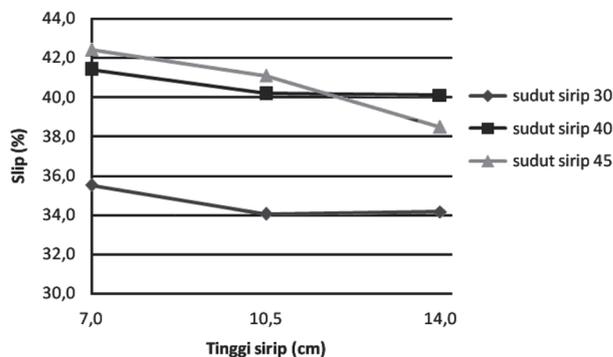
.Pada Gambar 4 mengilustrasikan bahwa variasi beban tarik yang menghasilkan slip dibawah 50% yaitu beban tarik 31.4 hingga 111.8 Newton,

selanjutnya ketika ditambahkan beban tarik menjadi 132.4 Newton menghasilkan slip 69.8%.

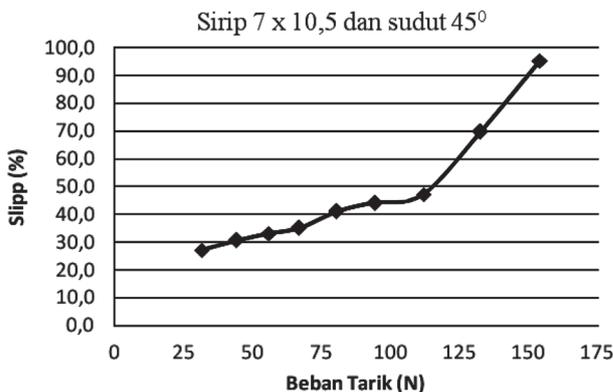
Sinkage Hubungan Tinggi dan Sudut Sirip Terhadap Sinkage

Hubungan tinggi dan sudut sirip terhadap parameter sinkage seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa pada variasi tinggi sirip tidak mengakibatkan perubahan terhadap nilai *sinkage* yang dihasilkan oleh roda, akan tetapi dengan perubahan sudut sirip memberikan perubahan nilai *sinkage* yang signifikan. Hal ini disebabkan pada uji sudut sirip yang sama dengan meningkatnya nilai tinggi sirip tidak menambah *sinkage*, karena peningkatan tinggi sirip roda hanya mengakibatkan penambahan dimensi sirip roda menuju ke bagian pusat poros roda, sementara diameter roda dipertahankan tetap, kondisi ini menyebabkan pola penapakan ketiga variasi tinggi roda menjadi relatif sama saat melintasi tanah.

.Perubahan sudut sirip seperti tampak pada Gambar 5 memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap perubahan kedalaman *sinkage* yang dihasilkan oleh roda. Peningkatan besarnya sudut sirip memiliki hubungan terbalik dengan kedalaman *sinkage* yang dihasilkan. Hal ini artinya, semakin besar sudut sirip maka kedalaman *sinkage* yang dihasilkan roda akan cenderung relatif lebih kecil. Kondisi ini diakibatkan karena semakin besar sudut



Gambar 3. Grafik hubungan tinggi dan sudut sirip terhadap slip roda.



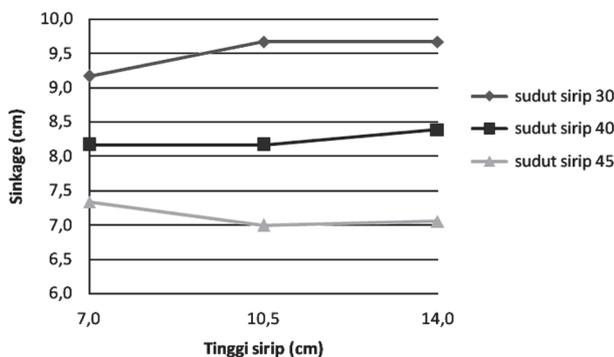
Gambar 4. Grafik hubungan beban tarik terhadap slip roda

sirip, maka sudut yang dibentuk oleh sirip pada saat menekan tanah semakin kecil sehingga luas permukaan kontak sirip terhadap permukaan tanah semakin besar. Kondisi ini akan mengakibatkan gaya vertikal dan gaya angkat yang dihasilkan oleh sirip semakin besar. Dapat dilihat parameter *sinkage* terendah dihasilkan oleh sudut sirip 45 derajat dan tertinggi dihasilkan oleh sudut sirip 30 derajat.

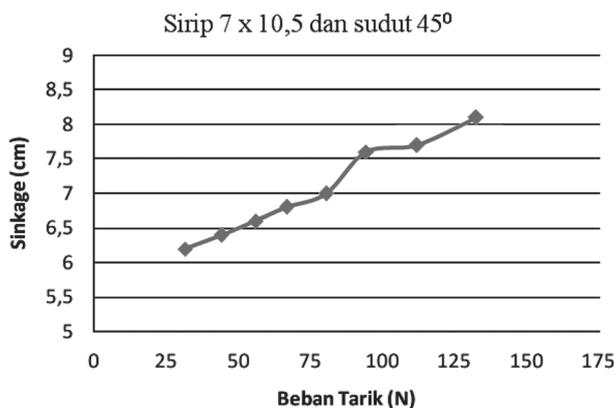
Hubungan Beban Tarik Terhadap Sinkage pada Dimensi Sirip 7x10.5 cm dengan Sudut Sirip 45 Derajat

Berdasarkan dari grafik pada Gambar 6, sama sebagaimana penjelasan parameter slip sebelumnya, memberikan ilustrasi bahwa hubungan beban tarik terhadap *sinkage* pada dimensi sirip (7x10.5) cm dengan sudut sirip 45 derajat adalah linier atau berbanding lurus.

Hal ini mengakibatkan semakin besar beban tarik yang diberikan maka akan semakin besar *sinkage* yang dihasilkan oleh roda. Kondisi ini diakibatkan karena semakin besar beban tarik yang diberikan maka akan mengakibatkan semakin besar pula gaya tekan sirip terhadap tanah pada saat roda melintasi tanah. Oleh sebab itu, peningkatan gaya tekan sirip mengakibatkan sirip akan terus menancap ke dalam tanah hingga gaya reaksi tanah dan gaya tekan sirip mencapai nilai yang sama.



Gambar 5. Grafik hubungan tinggi dan sudut sirip terhadap *sinkage*.



Gambar 6. Grafik hubungan beban tarik terhadap *sinkage*.

Tabel 2. Hasil Uji Performansi Roda Bersirip Ramping pada Soilbin.

Parameter	Sudut		
	30°	40°	45°
Dimensi Sirip (7 x 7) cm			
Slip (%)	34.1	41.4	42.4
Sinkage (cm)	9.2	8.2	7.3
Effisiensi traksi (%)	21.0	22.7	22.3
Torsi (N.m)	53.0	43.7	43.6
Kecepatan maju (m/s)	0.7	0.6	0.6
Dimensi Sirip (7 x 10.5) cm			
Slip (%)	35.5	40.2	41.1
Sinkage (cm)	9.7	8.2	7.0
Effisiensi traksi (%)	18.9	22.1	23.3
Torsi (N.m)	57.7	46.1	42.8
Kecepatan maju (m/s)	0.7	0.7	0.6
Dimensi Sirip (7 x 14) cm			
Slip (%)	34.2	40.1	38.5
Sinkage (cm)	9.7	8.4	7.1
Effisiensi traksi (%)	19.3	22.0	22.8
Torsi (N.m)	57.8	46,2	45.8
Kecepatan maju (m/s)	0.7	0.7	0.7

Efisiensi Traksi

Traksi adalah gaya dorong yang dapat dihasilkan oleh roda traktor atau alat traksi lainnya (Liljedahl et al. 1979). Arah traksi adalah searah dengan arah gerak traktor dan berlawanan arah dengan tahanan gelinding. Tahanan gelinding terjadi akibat reaksi tanah pada saat roda bergerak. Besarnya gaya traksi akibat reaksi tanah ditunjukkan oleh persamaan (Liljedahl et al. 1989) berikut:

$$F = AC + W \tan \emptyset \tag{1}$$

Dalam hal ini *F* adalah gaya traksi (N), *A* adalah luas bidang kontak (m²), *C* adalah kohesi tanah (N/m²), *W* adalah beban dinamis roda (N), dan \emptyset adalah sudut gesekan dalam (0).

Tiratanasirichai et al. (1990) merumuskan efisiensi traksi sebagai berikut,

$$\Pi = \frac{Pv}{T\omega} \times 100 \tag{2}$$

Dimana *P* adalah gaya tarik (*drawbar pull*) (N), *v* adalah kecepatan maju traktor (m/s), *T* adalah gaya torsi masukan pada roda (Nm); dan ω adalah kecepatan angular roda (rad/s).

Hubungan Tinggi dan Sudut Sirip Terhadap Efisiensi Traksi

Berdasarkan Tabel 4 tampak bahwa sudut sirip 30 derajat dan 40 derajat dengan besar gaya tarik yang sama, nilai efisiensi traksi pada tinggi sirip

Tabel 3. Perbandingan hasil uji performansi roda berpelampung dan tanpa pelampung pada sudut sirip 40 derajat tinggi sirip 7 cm.

Parameter	Tanpa Pelampung	Pakai Pelampung
Slip (%)	41.4	35.4
Sinkage (cm)	8.2	6.2
Effisiensi traksi (%)	22.7	26.7
Torsi (N.m)	43.7	41.1
Kecepatan maju (m/s)	0.6	0.7

7 cm memiliki kecenderungan yang lebih besar dibandingkan dengan nilai efisiensi traksi pada tinggi sirip 10.5 cm dan 14 cm. Kondisi ini diakibatkan karena kedalaman *sinkage* yang dihasilkan oleh sirip dengan sudut sirip 30 dan 40 derajat rata-rata diatas 8 cm, sehingga *rolling resistance* pada tinggi sirip 7 cm lebih kecil dibandingkan dengan tinggi sirip 10.5 dan 14 cm. Hal ini mengakibatkan torsi yang dihasilkan oleh sirip dengan tinggi 7 cm lebih kecil dibandingkan dengan torsi yang dihasilkan oleh tinggi sirip 10.5 dan 14 cm.

Perubahan tinggi sirip dari 7 menjadi 10.5 cm menghasilkan perubahan efisiensi traksi yang lebih besar bila dibandingkan dengan perubahan tinggi sirip dari 10.5 menjadi 14 cm, hal ini disebabkan karena pada perubahan tinggi sirip 7 menjadi 10.5 cm terlihat seluruh bidang sirip menyentuh tanah pada saat melintas, sedangkan penambahan tinggi sirip menjadi 14 cm terdapat sebagian bidang sirip yang tidak menyentuh tanah saat melintas pada tanah uji soilbin dengan kata lain pada tinggi sirip 7 dan 10.5 cm seluruh luasan sirip menyentuh tanah sedangkan tinggi sirip 14 cm sebagian dari siripnya tidak mengenai tanah pada saat melintas. Tinggi sirip 10.5 dan 14 cm memiliki kecenderungan nilai efisiensi traksi yang tidak terlalu jauh berbeda. Hal ini disebabkan karena kedalaman *sinkage* yang dihasilkan rata-rata 8.4 cm sehingga ada sebagian dari sirip yang tidak masuk ke dalam tanah. Kondisi ini mengakibatkan kinerja traksi dan *rolling resistance* dari sirip dengan tinggi 10.5 dan 14 cm menjadi relatif sama.

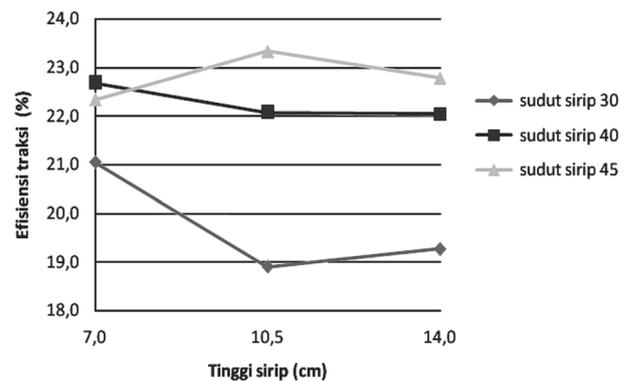
Efisiensi traksi mempunyai kecenderungan meningkat dengan bertambahnya sudut sirip roda. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7 menunjukkan bahwa secara umum nilai efisiensi traksi meningkat, pada tinggi sirip 10.5 cm terlihat dari sudut sirip 30, 40 dan 45 derajat, berturut turut nilainya adalah 18.9, 22.1 dan 23.3 %, begitu juga tren kecenderungan meningkat terjadi pada tinggi sirip 7 dan 14 cm, kecuali pada tinggi sirip 7 perubahan nilai efisiensi traksi dari 40 ke 45 derajat sedikit menurun tetapi tidak begitu signifikan. Adapun efisiensi traksi terbaik dapat dilihat dari grafik adalah yang dihasilkan dari sudut sirip 45 derajat dengan tinggi sirip 10.5 cm. Berdasarkan grafik hubungan tinggi dan sudut sirip terhadap efisiensi traksi (Gambar

7) memperlihatkan bahwa perubahan sudut sirip lebih berpengaruh terhadap efisiensi traksi dibandingkan dengan pengaruh perubahan tinggi sirip. Perubahan tinggi sirip dari 7 menjadi 10.5 cm menghasilkan perubahan efisiensi traksi yang lebih besar bila dibandingkan dengan perubahan tinggi sirip dari 10.5 menjadi 14 cm, hal ini disebabkan karena pada perubahan tinggi sirip 7 menjadi 10.5 cm terlihat seluruh bidang sirip menyentuh tanah pada saat melintas, sedangkan penambahan tinggi sirip menjadi 14 cm terdapat sebagian bidang sirip yang tidak menyentuh tanah saat melintas pada tanah uji soilbin dengan kata lain pada tinggi sirip 7 dan 10.5 cm seluruh luasan sirip menyentuh tanah sedangkan tinggi sirip 14 cm sebagian dari siripnya tidak mengenai tanah pada saat melintas.

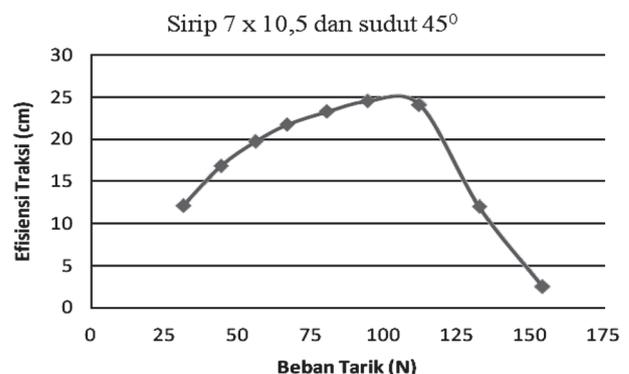
Hubungan Beban Tarik Terhadap Efisiensi Traksi pada Dimensi Sirip 7x10.5 cm dengan Sudut Sirip 45 Derajat

Uji performansi roda bersirip ramping (*narrow lug wheel*) terhadap parameter efisiensi traksi hubungannya dengan beban tarik dilakukan pada dimensi sirip (7x10.5) cm dan sudut sirip 45 derajat, karena sebelumnya telah dilakukan pengukuran terhadap tiga dimensi sirip dan tiga sudut sirip, sehingga diperoleh nilai efisiensi terbaik adalah 23.3% pada sudut sirip 45 derajat dengan tinggi sirip 10.5 cm.

Berdasarkan hasil pengukuran efisiensi traksi



Gambar 7. Grafik hubungan tinggi dan sudut sirip terhadap efisiensi traksi.



Gambar 8. Grafik hubungan beban tarik terhadap efisiensi traksi.

dengan memberikan beban tarik mulai dari terkecil 31.4 hingga 154 Newton seperti yang terlihat pada grafik Gambar 8 menghasilkan sebuah kecenderungan dimulai dengan peningkatan efisiensi traksi hingga mencapai nilai maksimum 24.5% pada beban tarik 94 Newton, kemudian ditambahkan kembali beban tarik 111.8 Newton ternyata efisiensi traksi menurun menjadi 24.1 dan dapat dilihat penurunan efisiensi traksi tersebut akan berlangsung apabila penambahan beban tarik terus dilakukan.

Pelampung

Pengujian roda dengan menggunakan pelampung dilakukan pada roda dengan sudut sirip 40 derajat dan tinggi 7 cm. Adapun hasil pengukuran parameter roda dengan memakai pelampung dan tanpa memakai pelampung dapat dilihat pada Tabel berikut ini;

Berdasarkan dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa performansi roda bersirip ramping dengan tambahan pelampung lebih baik dibandingkan dengan roda tanpa pelampung. Pada Tabel menggambarkan bahwa slip roda, *sinkage* dan torsi yang dihasilkan oleh roda ramping dengan tambahan pelampung lebih rendah dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh roda ramping tanpa pelampung. Tetapi efisiensi traksi roda dengan tambahan pelampung menghasilkan nilai lebih besar dibandingkan dengan efisiensi traksi roda tanpa pelampung. Kondisi ini diakibatkan karena pelampung pada roda ramping dapat meningkatkan gaya angkat pada roda sehingga kedalaman *sinkage* roda akan menurun. Selain itu, pelampung pada roda ramping juga menambah nilai traksi pada saat roda melintas di tanah lahan basah, kemudian menghasilkan torsi, slip dan *sinkage* yang rendah sementara efisiensi traksi menjadi meningkat.

Simpulan

Hasil uji menunjukkan bahwa kinerja roda bersirip ramping sangat dipengaruhi oleh kondisi sudut sirip, tetapi kurang dipengaruhi oleh dimensi tinggi sirip roda. Ukuran dan bentuk sirip yang paling baik diperoleh pada dimensi sirip 7 x 10.5 cm dan sudut sirip 45 derajat dengan nilai efisiensi traksi maksimum sebesar 24.5%. Penambahan pelampung dapat meningkatkan efisiensi traksi dan menurunkan slip serta *sinkage* roda bersirip ramping (*narrow lug wheel*).

Daftar Pustaka

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Hermawan, W., 2001, The Development of Moveable Lug Wheel for a Walking Type Tractor, Final Report. The Young Academics Program Batch IV. Bogor Agricultural University.
- Hermawan, W., A. Oida, M. Yamazaki. 1998. Experimental analysis of soil reaction on a lug of a moveable lug wheel. *J. Terramechanics*. 35(2): 119–135.
- Liljedahl, J.B., W.M. Carleton, P.K. Turnquist, D.W. Smith. 1979. Tractor and Their Power Units 3th Edition. New York (US): John Willey and Sons.
- Oida, A. 1992. Terramechanics. Departement of Agricultural Engineering Faculty of Agriculture Kyoto University. Kyoto. JAPAN.
- Triratanasirichai, K., A. Oida, M. Honda. 1990. The performance of cage wheels for small power tiller. *Journal of Terramechanics*. 27(3): 193-205.