

## Uji Kinerja Trailer Tipe Pivot Pada Hand Traktor Menggunakan Roda Sangkar Di Lahan Miring

Muhammad Idkham<sup>1</sup>, Muhammad Dhafir<sup>1</sup>, Safrizal<sup>1</sup>, Deni Iswandi<sup>1</sup>

\*Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala

[deniiswandi2000@gmail.com](mailto:deniiswandi2000@gmail.com)

**Abstrak :** Traktor roda dua adalah alat mekanisasi yang sudah umum dimiliki oleh petani Indonesia tetapi pemanfaatan dari traktor tersebut oleh masyarakat sangat minim dan belum begitu maksimal, umumnya petani menggunakan traktor roda dua hanya untuk membajak tanah, jika pekerjaan membajak tidak ada sebagian petani membiarkan traktor roda dua menganggur. Pemanfaatan traktor roda dua sebenarnya bukan hanya untuk membajak tanah saja tetapi juga dapat digunakan untuk penggunaan yang lain seperti pemupukan, penyemprotan dan bahkan dapat digunakan sebagai alat transportasi dilahan pertanian dan perkebunan. Tujuan dari penelitian ini adalah pertama mendesain sistem penggandengan trailer untuk traktor roda dua dengan pendekatan ergonomis dan melakukan pengujian teknis untuk penggunaan dilahan miring maupun datar, selanjutnya membuat dan mengevaluasi konsep desain optimum sistem penggandengan trailer melalui pengujian fungsional dan kinerja di lahan perkebunan. Kinerja alat yang diuji meliputi radius putar, kapasitas kerja, kestabilan pengoperasian dan fungsional peralatannya serta menghitung nilai slip pada saat pengoperasian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai radius putar dari trailer pivot muatan kosong adalah sebesar 2,95 m dan muatan penuh sebesar 2,90 m dan nilai radius putar dari trailer konvensional muatan kosong adalah 4 m dan muatan penuh 3,95 m, nilai rata-rata kapasitas kerja pada trailer pivot adalah 2,53 kg/det dan nilai rata-rata pada trailer konvensional adalah 2,29 kg/det, pengujian kestabilan pengoperasian menunjukkan bahwa traktor dan trailer menapak sempurna pada lahan datar dan miring dan tiap komponen berfungsi dengan baik serta nilai slip pada lahan datar menggunakan sudut sirip 45° yaitu 3,75% dan sudut sirip 30° adalah 2,56%, pada lahan miring 10° dengan sudut sirip 45° yaitu 4,92% dan sudut sirip 30° yaitu 0,17%, pada lahan miring 30° dengan sudut sirip 45° yaitu 10,74% dan sudut sirip 30° 5,78%.

**Kata Kunci :** Pengujian, trailer tipe pivot, trailer konvensional, traktor roda dua.

**Abstract :** Two-wheel tractors are mechanization tools that are commonly owned by Indonesian farmers but the use of these tractors by the community is very minimal and not yet maximized, generally farmers use two-wheel tractors only to plow the land, if there is no plowing work, some farmers let two-wheel tractors idle. The use of two-wheeled tractors is actually not only for plowing the land but can also be used for other uses such as fertilization, spraying and can even be used as a means of transportation on agricultural and plantation land. The purpose of this research is to firstly design a trailer towing system for two-wheel tractors with an ergonomic approach and conduct technical testing for use on sloping and flat land, then create and evaluate the optimum design concept of a trailer towing system through functional and performance testing on plantation land. The performance of the tested tools includes turning radius, working capacity, stability of operation and functionality of the equipment as well as calculating the slip value during operation. The test results show that the value of the turning radius of the empty load pivot trailer is 2.95 m and the full load is 2.90 m and the value of the turning radius of the empty load conventional trailer is 4 m and the full load is 3.95 m, the average value the working capacity of the pivot trailer is 2.53 kg/sec and the average value on a conventional trailer is 2.29 kg/s, the operating stability test shows that the tractor and trailer tread perfectly on flat and sloping land and each component functions properly and the slip value on flat land using a 45o fin angle is 3.75% and a 30o fin angle is 2.56%, on a 10o sloping land with a 45o fin angle is 4.92% and a 30o fin angle is 0.17%, on a sloping land 30o with 45o fin angle that is 10.74% and 30o fin angle 5.78%.

**Keywords :** Testing, pivot type trailer, conventional trailer, two-wheel tractor.

### PENDAHULUAN

Hand traktor (traktor roda dua) sangat umum digunakan oleh petani di Indonesia baik petani sawah (lahan basah) maupun perkebunan, banyak nya petani menggunakan hand traktor disebabkan traktor roda dua dinilai sesuai dengan kondisi pertanian di Indonesia yang umumnya mempunyai petak-petak lahan yang relative kecil. Selain itu dari segi ekonomi, harga traktor tangan relative lebih murah dibandingkan dengan jenis-jenis traktor yang lain, biaya pengoperasian dan perawatan nya pun lebih murah . Umumnya hand traktor digunakan petani sebagai penggerak pada proses pembajakan tanah.

Traktor roda dua dinilai sesuai untuk kondisi lahan yang ada di Indonesia. Pada umumnya, lahan di Indonesia memiliki jarak antara petakan dan akses jalan menuju lahan yang relative sempit. Hal tersebut menjadikan traktor roda dua semakin diminati oleh para petani di Indonesia. Traktor roda dua memiliki fungsi utama untuk mempermudah pekerjaan petani dalam pengolahan tanah. Traktor roda dua juga dapat digunakan sebagai sumber tenaga penggerak pompa irigasi, transportasi, dan alat angkat.

Pengangkutan dengan menggunakan alat angkut akan lebih efektif dan efisien. Selain itu dengan menggunakan alat angkut, kapasitas angkut akan lebih besar dan dapat menempuh jarak yang lebih jauh. Trailer yang digandengkan dengan traktor roda dua merupakan salah satu alat angkut yang digunakan oleh petani di Indonesia. Namun dari sisi ergonomika, penggunaan trailer dan traktor roda dua sangat kurang ergonomis. Pengoperasian stang kemudi traktor roda dua dengan trailer memiliki kekurangan yang terjadi pada saat traktor berbelok. Stang traktor akan bergerak menjauhi operator saat berbelok, sedangkan trailer belum berbelok. Hal tersebut mengakibatkan berkurangnya control kemudi yang dimiliki operator.

Menurut Nafchi *et al.*(2011), tentang pengoperasian traktor roda dua yang digandengkan pada trailer, diperoleh bahwa desain stang kemudi traktor roda dua pada badan traktor mempunyai kelemahan ketika digunakan untuk menggandeng trailer. Ketika traktor berjalan pada permukaan yang tidak rata maka stang kemudi akan ikut bergerak naik dan turun dari posisi kendali operator mengikuti gerakan badan traktor. Selain itu, ketika traktor berbelok, stang traktor menjauh dari posisi kendali operator karena stang sudah berbelok mengikuti badan traktor sementara trailer belum berbelok.

Menurut Raskarowana (2016), tentang pengoperasian traktor roda dua yang digandengkan pada trailer, pada posisi berbelok dengan sudut  $< 45^\circ$  operator hanya menggunakan satu tangan yang memegang stang, dan tangan yang lainnya memegang bagian trailer untuk menjaga keseimbangan. Pada kaidah ergonomika gerakan tangan ini telah melewati area garis tengah tubuh sehingga dapat menyebabkan operator terguling saat menggunakan kecepatan yang cukup tinggi serta pada saat berjalan dilahan yang bergelombang. Selain itu pada posisi berbelok dengan sudut  $> 45^\circ$  operator cenderung menurunkan kakinya ke lahan dikarenakan radius putar yang terlalu besar sehingga tangan tidak mampu menjangkau stang saat posisi operator masih dalam keadaan duduk di bagian depan trailer. Menurut kaidah ergonomika gerakan ergonomika gerakan tersebut sangat berbahaya atau sudah di luar area selang gerak kerja. Hal ini dapat menyebabkan kaki operator terlindas apabila laju traktor terlalu cepat ataupun saat kondisi jalan sedang menurun, sehingga dapat mengakibatkan kecelakaan kerja bagi operator sendiri ataupun orang lain yang ada di sekitarnya.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara melakukan pengujian langsung ke lapangan. Sebelum melakukan pengujian, alat terlebih dahulu dilakukan uji fungsional. Uji fungsional alat adalah untuk melihat apakah alat tersebut dapat berfungsi dengan baik, dan kendala yang didapat pada saat alat dioperasikan sehingga dapat dicari solusi dari kendala yang di dapat.

Adapun pengujian-pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:.

### a) Radius putar

adalah besarnya jari-jari lingkaran terkecil yang dapat diubah oleh traktor roda dua dan trailer saat membelok. Jari-jari tersebut diukur dari tengah poros roda traktor dengan pusat lengkungan lintasan traktor roda dua saat berbelok

### b) Stabilitas traktor

Pengamatan dilakukan dengan pengambilan video pengoperasian traktor roda dua dan trailer yaitu pada (1) pada kondisi lintasan : datar, miring  $10^{\circ}$ , miring  $30^{\circ}$ ; (2) pada kondisi pengoperasian : lurus, belok  $45^{\circ}$  dan belok  $90^{\circ}$ ; (3) pada kondisi muatan trailer kosong dan penuh dengan kecepatan maju traktor adalah 4 km/jam.

c) Kapasitas kerja

Kapasitas kerja merupakan kemampuan suatu alat untuk melakukan pekerjaannya. Semakin tinggi kapasitas kerja menunjukkan kinerja alat yang semakin baik. Hasil pengujian kapasitas kerja alat pada pengangkutan TBS sawit diperoleh dari berat sawit dibagi dengan total waktu pengoperasian.

d) Slip roda

Sudut slip roda (*slip angle*) adalah sudut antara sumbu memanjang roda dengan arah gerakan roda. Roda berbelok pada jalan akan memiliki sudut slip (*slip angle*) dan nilai *rolling resistencenya* akan meningkat secara signifikan. *Rolling resistance* adalah gaya yang digunakan roda untuk melawan gerakan, setara dengan gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan roda bergerak maju.

Pada penelitian ini trailer yang digunakan adalah trailer tipe pivot dan trailer konvensional, dimana pada masing-masing trailer beroperasi pada kondisi lahan datar, miring  $10^{\circ}$ , miring  $30^{\circ}$  dan pada kondisi pengoperasian : lurus, belok  $45^{\circ}$  dan belok  $90^{\circ}$  serta pada kondisi muatan trailer kosong dan penuh pada setiap pengoperasian dengan kecepatan maju traktor adalah 4 km/jam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di lahan sawit yang terletak di desa jalin kecamatan Jantho Kabupaten Aceh Besar. Desa jalin adalah salah satu desa yang berada di Kota Jantho yang memiliki titik koordinat lintang  $5.150164$  dan titik koordinat bujur  $95.762682$  serta memiliki kemiringan lahan  $0^{\circ} - 35^{\circ}$ . Dipilihnya lahan ini sebagai tempat pengujian karena memiliki kemiringan lahan yang beragam sehingga pengujian alatnya bisa dilakukan pada berbagai kondisi lahan.

### Karakteristik TBS Sawit

Umur tanam kelapa sawit yang digunakan dalam pengujian alat angkut ini adalah 6-7 tahun, berat rata rata TBS nya sekitar 15,38462kg.

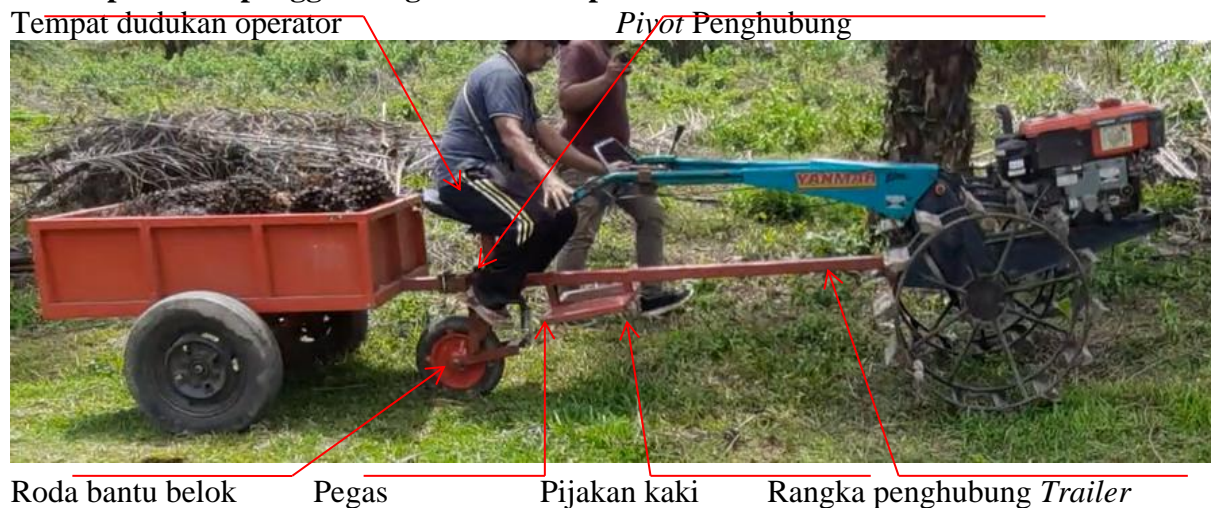
Tabel 1. Data dimensi dan berat TBS kelapa sawit pada kebun pengujian

No	Berat (kg)
1	25,3
2	7,9
3	5,1
4	20,4
5	21
6	23,3
7	20
8	12
9	14
10	9
11	15
12	13
13	14
Jumlah	206,5
Rata- rata	15,38462

### Prototipe sistem penggandengan Trailer tipe Pivot

Prototipe sistem penggandengan *trailer* tipe *pivot* ditunjukkan pada Gambar 1. Komponen utamanya adalah: a) rangka penghubung depan terbuat dari baja *hollow* kotak, b) pijakan kaki operator, c) tempat duduk operator, d) roda bantu yang dilengkapi mekanisme pegas, dan e) *pivot* penghubung.

### Prototipe sistem penggandengan Trailer tipe Pivot



Gambar 1. Prototipe sistem penggandengan *trailer* tipe *pivot*

Hasil pengamatan pada saat pengoperasian menunjukkan tiap komponen sistem penggandengan berfungsi dengan baik sesuai dengan mekanisme yang direncanakan.

Tabel 2. Kinerja fungsional tiap komponen sistem penggandeng *trailer*

No.	Nama Komponen	Mekanisme Fungsional
1	Sistem <i>Pivot</i>	Baik
2	Rangka penghubung <i>trailer</i>	Baik
3	Tempat duduk operator	Baik
4	Pijakan kaki operator	Baik
5	Roda bantu	Baik
6	Pegas	Baik
7	Lubang pengait dan pin	Baik

Sistem *pivot* berfungsi sebagai alat pengangkut TBS, pada saat di lakukan pengoperasian sistem *pivot* stabil baik pada saat keadaan bergerak lurus atau berbelok, pada keadaan muatan kosong maupun dengan muatan penuh. Rangka penghubung *trailer* ini terbuat dari baja *hollow* persegi 50 mm x 50 mm dengan tebal 4.5 mm. Pemilihan bahan tersebut bertujuan agar rangka kuat dan kokoh untuk menahan gaya-gaya yang akan terjadi saat sistem penggandengan digunakan, saat pengoperasian dilakukan rangka penghubung *trailer* mampu menahan beban yang di berikan oleh trailer *pivot* dan operator.

Roda bantu yang digunakan merupakan roda hidup yang umumnya digunakan pada angkong dengan diameter 360 mm dan tebal roda 80 mm. Rangka roda bantu dirancang dengan memosisikan poros roda tidak sejajar dengan belok poros roda. Hal ini bertujuan agar roda bantu dapat dengan mudah berbelok ketika dioperasikan. Pegas tarik yang dipasangkan di depan roda bantu adalah shock breaker sepeda motor. Pemilihan shock

breaker sepeda motor ini disebabkan karena kekuatan tariknya lebih tinggi dari pegas tarik biasa sehingga pada saat pengoperasian di berbagai keadaan lahan mampu mengikuti gerakan roda bantu dengan baik serta *trailer* tidak terbalik atau terjungkat. *Pivot* memiliki lubang pengait dan pin vertikal dengan bertujuan untuk meminimumkan kemungkinan rangka penghubung *trailer* patah ketika melalui lintasan yang bergelombang.

### Radius Putar

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai radius putar *trailer* konvensional lebih tinggi dari pada radius putar *trailer* tipe *pivot*. Adapun nilai radius putar *trailer* tipe *pivot* dan *trailer* konvensional ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai radius putar trailer tipe pivot dan trailer konvensional

Berat	Jenis Trailer	Roda Dalam (cm)	Roda Luar (cm)
Muatan Kosong	Pivot	250	295
	Konvensional	355	400
Muatan Penuh	Pivot	245	290
	Konvensional	350	395

Berdasarkan tabel di atas hasil pengujian radius putar pada kecepatan lambat untuk *trailer* konvensional di dapat radius putar 400 cm untuk muatan kosong dan 395 cm untuk muatan penuh. Kemudian di uji radius putar pada kecepatan lambat untuk *trailer pivot* di dapat 295 cm pada muatan kosong dan 290 cm pada muatan penuh. Berdasarkan data di atas sistem *trailer* tipe *pivot* dapat memperkecil nilai radius putar dari traktor roda dua untuk berbagai muatan, dengan radius putar yang lebih pendek pada *trailer* tipe *pivot* maka sistem penggandengan dapat lebih lincah dan mudah melintas di belokan yang cukup tajam atau sempit. Untuk kecepatan Penuh tidak dilakukan pengujian dikarenakan traktor menggunakan roda sangkar tidak bisa dikontrol oleh operator.

Dari data hasil pengujian radius putar di atas dapat juga kita simpulkan *trailer pivot* lebih efektif digunakan daripada *trailer* konvensional, karena pada *trailer* konvensional kemampuan kendali operator terhadap operasi belok sangat terbatas dikarenakan tidak mempunyai roda bantu pada trailer, sedangkan pada *trailer* tipe *pivot* kemampuan kendali operator lebih baik pada saat berbelok, hal ini dikarenakan pada *trailer pivot* memiliki roda bantu yang menyebabkan radius belokan pada *trailer* tipe *pivot* menjadi lebih kecil dibandingkan dengan *trailer* tipe konvensional baik pada muatan penuh dan kosong.

Hal ini juga sesuai dengan teori Dhafir *et al.* (2019) dimana trailer konvensional memiliki kelemahan pada saat berbelok, dimana stang traktor bergerak menjauh dari posisi kendali operator karena stang sudah membelok mengikuti badan traktor sementara trailer yang menjadi tempat duduk operator belum berbelok. Akibatnya posisi stang sudah berada di luar kendali jangkauan operator sehingga operator harus membungkuk untuk dapat meraih kedua genggam tangan kendali stang traktor, bahkan operator harus turun dari tempat duduk untuk dapat mengendalikan traktor saat membelok. Demikian juga dengan kemampuan manuver trailer konvensional yang rendah, dimana sulit dioperasikan pada lahan perkebunan yang memiliki sudut belokan yang sempit dan tikungan tajam.

### Stabilitas Traktor Roda Dua dan Trailer

Pada saat pengujian rata-rata semua roda pada traktor dan *trailer* menapak sempurna pada lintasan tanpa terjadi pengangkatan dan *trailer* yang digandengkan pada traktor tidak terjungkat ketika berbelok.

Tabel 4. Kestabilan pengoperasian Traktor pada trailer tipe pivot operator A

NOTASI	MENAPAK					TIDAK MENAPAK				
Lahan 0	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
A1	v	V	V	v	v	-	-	-	-	-
A3	v	V	V	v	v	-	-	-	-	-
<b>Lahan 10</b>										
A5	v	V	V	v	v	-	-	-	-	-
A7	v	V	V	v	v	-	-	-	-	-
<b>Lahan 30</b>										
A9	v	V	V	v	v	-	-	-	-	-
A11	v	V	V	v	v	-	-	-	-	-

Ket : R1 = Roda traktor kanan      R4 = Roda Traktor Kiri      A= Operator A  
 R2 = Roda traktor kiri            R5 = Roda bantu            B= Operator B  
 R3 = Roda trailer kanan        v = Ada                      C= Operator C  
 X = Roda Sangkar

Penambahan roda bantu pada trailer pivot menyebabkan semua roda traktor dan *trailer* dapat menapak sempurna pada landasan atau lahan pengujian yang dilakukan oleh operator A. Pada pengujian lahan 30° roda trailer dan roda bantu juga menapak dengan baik saat melintasi gundukan tanah ataupun lubang. Selain itu hasil pengujian operator A menunjukkan rangka penghubung *pivot* dapat bekerja dengan baik menjaga kestabilan traktor dan trailer ketika melewati gundukan tanah ataupun lintasan yang berlubang.

Pada saat pengoperasian belok 90°, roda bantu menjaga keseimbangan traktor roda dua dan *trailer* saat berbelok. Hasil pengujian pada operator A menunjukkan traktor dan *trailer* dapat berbelok dengan baik pada lahan kemiringan 0°, 10°, 30°. Semua roda pada traktor dan *trailer* menapak sempurna tanpa terjadi pengangkatan, dan *trailer* yang digandengkan pada traktor tidak terangkat ketika berbelok.

Tabel 5. Kestabilan pengoperasian Traktor pada trailer tipe pivot operator B

NOTASI	MENAPAK					TIDAK MENAPAK				
Lahan 0	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
B1	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-
B3	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-
<b>Lahan 10</b>										
B5	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-
B7	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-
<b>Lahan 30</b>										
B9	v	v	v	-	v	-	-	-	V	-
B11	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-

Roda bantu pada *trailer* menyebabkan roda traktor dan *trailer* dapat menapak dengan baik pada lintasan atau lahan kemiringan 0°, 10° yang dilakukan oleh operator B. Akan tetapi pada lahan kemiringan 30° roda ban *trailer* terjadi pengangkatan pada saat melakukan pengoperasian belok 90° dengan muatan kosong, hal ini menunjukkan bahwa keahlian dan pengalaman dari operator sangat berpengaruh terhadap hasil yang di peroleh pada saat pengoperasian.

Pada saat pengoperasian traktor dengan *trailer pivot* dilahan datar dan kemiringan 10° yang dilakukan oleh operator C roda *trailer* dan roda bantu menapak sempurna pada permukaan lintasan pengoperasian. Hal ini menunjukkan bahwa setiap operator dapat

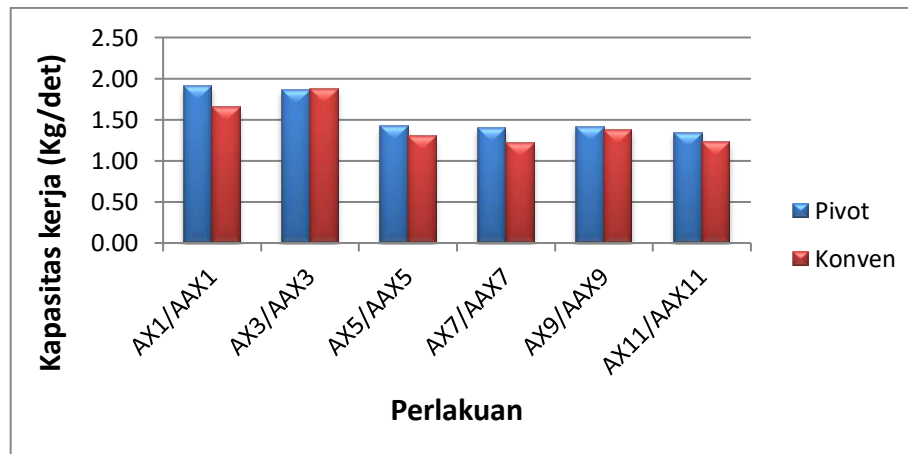
menggunakan atau mengoperasikan *trailer* tipe *pivot* di lahan datar dan kemiringan 10° walaupun kemampuan setiap operator berbeda. Akan tetapi pada lahan kemiringan 30° operator C juga mengalami pengangkatan roda ban *trailer* pada saat melakukan penurunan dengan muatan kosong dan muatan penuh saat belok 90°. Ini sangat membuktikan bahwa pada saat pengoperasian keahlian dan pengalaman dari operator sangat berpengaruh terhadap hasil kinerja yang diperoleh.

Tabel 6. Kestabilan pengoperasian Traktor pada trailer tipe pivot operator C

NOTASI	MENAPAK					TIDAK MENAPAK				
Lahan 0	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
C1	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-
C3	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-
<b>Lahan 10</b>										
C5	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-
C7	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-
<b>Lahan 30</b>										
C9	v	v	-	v	v	-	-	v	-	-
C11	v	v	-	v	v	-	-	v	-	-

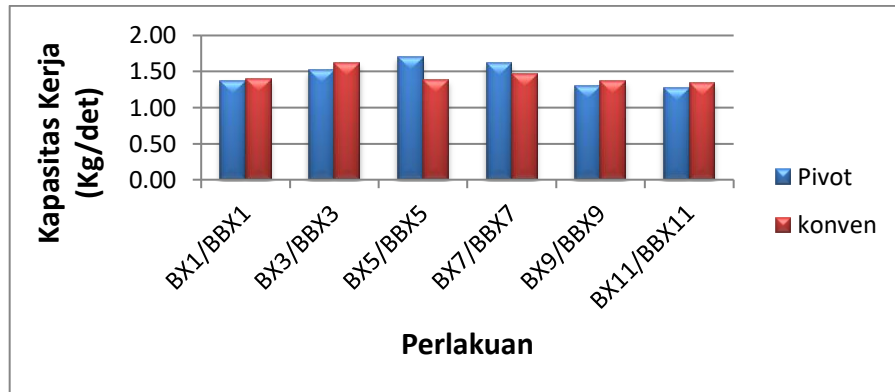
### Kapasitas Kerja

Kapasitas kerja merupakan kemampuan suatu alat untuk melakukan pekerjaannya. Semakin tinggi kapasitas kerja menunjukkan kinerja alat yang semakin baik. Hasil pengujian kapasitas kerja alat pada saat pengoperasian dan pengangkutan TBS sawit ditunjukkan pada gambar 2.



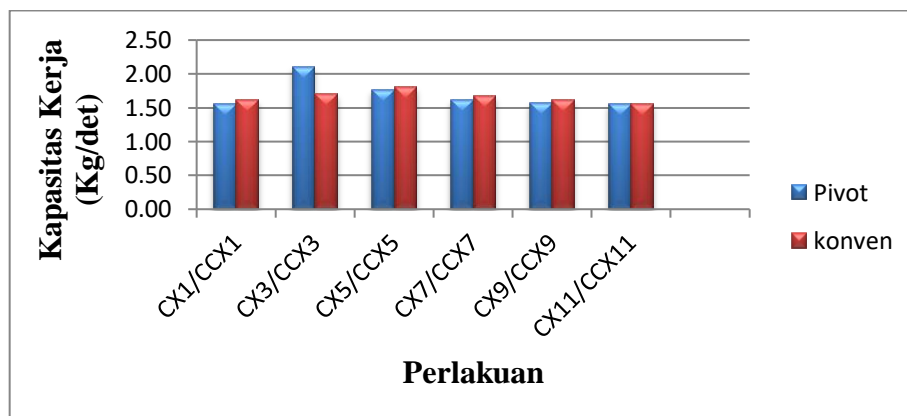
Gambar 2. Kapasitas kerja trailer pivot dan konvensional pada berbagai kemiringan lahan menggunakan roda sangkar operator A

Kapasitas kerja rata-rata yang dihasilkan oleh trailer pivot dengan roda sangkar dan dikendalikan oleh operator A lebih baik dibandingkan dengan trailer konvensional, kecuali pada kondisi trailer pivot dengan muatan (penuh) pada lahan datar.



Gambar 3. Kapasitas kerja trailer pivot dan konvensional pada berbagai kemiringan lahan menggunakan roda sangkar operator B

Kemudian pengujian yang dikendalikan oleh operator B mempunyai kecenderungan yang berbeda dengan operator A Gambar 3 memperlihatkan bahwa kapasitas kerja rata-rata yang dihasilkan oleh trailer pivot sedikit lebih rendah dibandingkan dengan trailer konvensional, hal ini disebabkan oleh kemampuan operator B dalam mengendalikan roda sangkar masih kurang terampil sehingga diperlukan training untuk meningkatkan kemampuan dalam pengendaliannya.



Gambar 4. Kapasitas kerja trailer pivot dan konvensional pada berbagai kemiringan lahan menggunakan roda sangkar operator C

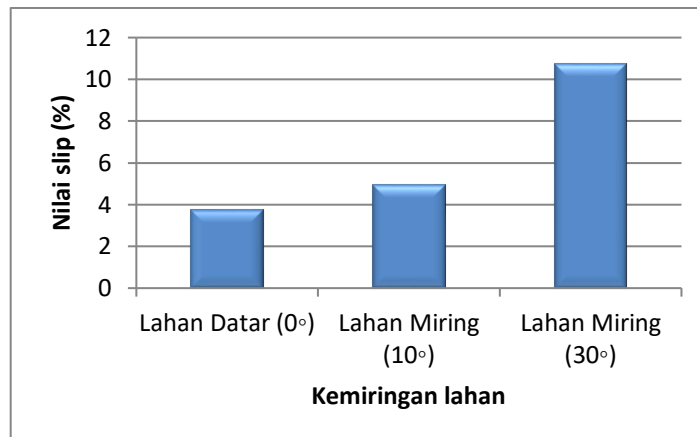
Gambar 4 menunjukkan kecenderungan yang sama antara operator C dengan operator B, dimana operator C juga memiliki keterampilan yang rendah dalam mengendalikan traktor yang digandeng dengan trailer pivot menggunakan roda sangkar.

#### 4.3.5 Slip (%)

Berdasarkan gambar di atas maka dapat dijelaskan bahwa dari tiga variasi lahan pengujian untuk slip roda sangkar, bahwa ketiga variasi lahan tersebut mempunyai perolehan nilai slip yang berbeda-beda, dimana pada lahan datar nilai slip yang diperoleh adalah 3,75%, pada lahan miring 10° yaitu sebesar 4,92% dan pada lahan miring 30° yaitu 10,74%. Berdasarkan pada gambar 20, tampak bahwa kemiringan lahan berpengaruh terhadap slip roda, semakin tinggi kemiringan pada suatu lahan maka kemungkinan terjadinya slip roda pada saat pengoperasian semakin tinggi, terlihat pada nilai slip yang dihasilkan pada gambar



di atas, dimana lahan datar lebih kecil nilai slip nya dari pada lahan miring  $10^\circ$  dan lahan miring  $30^\circ$ .



Gambar 5. Perhitungan slip roda sangkar dengan beban penuh

Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian Idkham *et al.* (2019) dimana 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 di dalam 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 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 hasil penelitian Idkham *et al.* (2019) nilai slip roda terkecil dihasilkan oleh sirip 30 derajat.

Cebro *et al.* (2018) juga menyatakan bahwa slip tertinggi terjadi pada sudut sirip  $45^\circ$  dan slip terendah terjadi pada sudut sirip  $-15^\circ$ . Dalam hal ini terlihat bahwa semakin tinggi kemiringan lereng semakin besar beban horizontal (beban tarik) yang ditumpu oleh tanah yang di teruskan melalui sirip sehingga slip semakin meningkat, namun tidak terlihat kecenderungan pengurangan slip pada sudut sirip yang lebih kecil.

Berdasarkan gambar pada gambar 9 juga dapat dijelaskan bahwa sudut sirip  $30^\circ$  lebih efektif digunakan pada pengangkutan TBS di lahan miring dari pada sudut sirip  $45^\circ$  dikarenakan nilai slip yang diperoleh dari sudut sirip  $30^\circ$  lebih kecil dari pada nilai slip yang diperoleh dari sudut sirip  $45^\circ$ .

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Adapun simpulan yang diperoleh pada hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengujian fungsional menunjukkan tiap komponen sistem pengendalian *trailer* tipe *pivot* telah berfungsi dengan baik sesuai dengan mekanisme yang direncanakan.
2. Hasil pengujian radius putar menunjukkan bahwa kinerja *trailer* tipe *pivot* lebih baik digunakan dibandingkan dengan *trailer* konvensional, dimana nilai radius putar *trailer* tipe *pivot* lebih kecil daripada *trailer* konvensional
3. Penambahan roda bantu pivot menunjukkan peningkatan pada stabilitas traktor dan *trailer* pada lahan datar dan miring
4. Tingkat keterampilan operator menentukan kinerja *trailer* untuk alat transportasi.

5. Penggunaan roda sangkar menunjukkan kinerja yang lebih baik pada lahan datar, terlihat dari nilai slip yang dihasilkan lebih kecil dari lahan miring  $10^\circ$  dan lahan miring  $30^\circ$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [AAM] Association of Agricultural Machinery (Japan). 1996. Handbook of Farm Machinery, Handbook of Bioproduction Machinery. *Agricultural engineering: CIGR Handbook*. 3: 463-464
- Badan Besar Pengkajian dan Pengembangan Pertanian. 2008. Teknologi Budidaya Kelapa Sawit. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 1 hal
- Badan Besar Pengkajian dan Pengembangan Pertanian. 2008. Teknologi Budidaya Kelapa Sawit. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 21 hal
- Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian Kementerian Pertanian. 2015. *Traktor Roda Dua (Hand Tractor)*.
- Cebro IS. 2018. Peningkatan Kinerja Traktor Tangan Pada Lintasan Lereng Sawah Terasering. [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Dhafir M, Mandang T, Hermawan W, Syuaib MF. 2019b. Desain Ergonomis Sistem Penggandengan Trailer pada Traktor Roda Dua. *Jurnal Keteknik Pertanian* 7(1):99-106.
- Hadiutomo K. 2012. *Mekanisasi Pertanian*. IPB Press. Bogor.
- Herodian S, Azis S, Bulan R. 2007. Optimasi Roda *Trailer* Gandeng pada Sistem Gandeng *Weight Transfer*. *Prosiding Seminar Nasional Perteta; 2007 Agustus 3-5; Makasar, Indonesia*. Makasar (ID): Universitas Hasanuddin. hlm 1-15.
- <https://www.yanmar.com/id/agri/products/tiller/yzc/>. Diakses pada tanggal 16 februari 2021.
- Idkham M, Mandang T, Hermawan W, Pramuhadi G. 2018. Analisis Performansi Model Roda Ramping Bersirip (Narrow Lug Wheel) pada Tanah Basah di Soil bin. *Jurnal Keteknik Pertanian* 6(1):15-22.
- Jamaluddin P.dkk. 2019. Alat dan Mesin Pertanian. Universitas Negeri Makassar. Kota Makassar.
- Mangoensoekarjo, S. dan H. Semangun. 2008. Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Sakai J. 1999. *Two Wheel Tractor Engineering*. Tokyo (JP): Shin-norinsha.
- Suastawa, I. N., Hermawan, W., dan Sembiring, E.n. 2000. Kontruksi dan Pengukuran Kinerja Traktor Pertanian. Teknik Pertanian. Bogor: Fateta IPB.