

**ANALISIS BEBAN KERJA OPERATOR PADA PENGOPERASIAN  
TRAILER MENGGUNAKAN TRAKTOR RODA DUA DENGAN RODA  
SANGKAR DI LAHAN SAWIT**

**OPERATOR WORKLOAD ANALYSIS ON TRAILER OPERATION  
USING TWO WHEEL TRACTOR WITH CAGE WHEEL IN PALM OIL  
SOIL**

**Muhammad Idkham, Muhammad Dhafir, Safrizal, dan Safna Marisza\***

Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University  
Agricultural Mechanization Research Centre (PUSMEPTAN), Syiah Kuala University, Banda Aceh,  
Indonesia

\*Email korespondensi: marizasafna17@gmail.com

Diterima 22-02-2022, diperbaiki 10-05-2022, disetujui 21-05-2022

**ABSTRACT**

*The operation of the pivot trailer on flat land is more ergonomic than conventional trailers, but on sloping land it has never been tested. The operation of the two-wheeled tractor carried out by the operator on uneven land has problems with the steering handlebar which goes up and down following the movement of the tractor body, thus affecting the increase in workload. To reduce the excessive workload, it is necessary to design a trailer that can be controlled easily. The purpose of this study was to analyze ergonomics, especially the operator's workload when operating a pivot trailer and conventional trailer on a two-wheel tractor using cage wheels. The trailer is towed on a tractor with treatment on sloping land and flat land with several turns, and data collection of the operator's workload uses the heart rate method. The results showed that the operation of the pivot trailer for sloping land (0°, 10°, and 30°) respectively showed IRHR values of 1.13, 1.15, and 1.46 or work levels of "Light", "Light", and "Medium". When using a conventional trailer, the IRHR values are 1.12, 1.12, and 1.39 or work levels of "Light", "Light" and "Medium". The average energy consumption rate for operating a pivot type trailer is 2.80 kcal/hour.kg-bb (kilocalories per hour per operator weight), while using a conventional trailer is 2.75 kcal/hour.kg-bb. The level of operator workload is also influenced by skills in driving.*

**Keywords:** *conventional trailer, pivot trailer, sloping land, two wheel tractor, workload*

**ABSTRAK**

Pengoperasian *trailer pivot* di lahan datar lebih ergonomis dibandingkan *trailer* konvensional, akan tetapi pada lahan miring belum pernah dilakukan pengujian. Pengoperasian traktor roda dua yang dilakukan operator di lahan yang tidak rata mengalami kendala pada stang kemudi yang naik turun mengikuti gerakan badan traktor, sehingga mempengaruhi peningkatan beban kerja. Untuk mengurangi beban kerja yang berlebihan diperlukan desain *trailer* yang dapat terkendali dengan mudah. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis ergonomi khususnya beban kerja operator pada saat mengoperasikan *trailer pivot* dan *trailer* konvensional pada traktor roda dua menggunakan roda sangkar. *Trailer* digandengkan pada traktor dengan perlakuan pada lahan miring dan lahan datar dengan beberapa lintasan sudut belokan, dan pengambilan data beban kerja operator menggunakan

metode denyut jantung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengoperasian *trailer pivot* untuk lahan miring ( $0^\circ$ ,  $10^\circ$ , dan  $30^\circ$ ) masing-masing menunjukkan nilai IRHR sebesar 1,13, 1,15, dan 1,46 atau tingkat kerja “Ringan”, “Ringan”, dan “Sedang”. Saat menggunakan *trailer* konvensional, nilai IRHR adalah 1,12, 1,12, dan 1,39 atau tingkat kerja “Ringan”, “Ringan”, dan “Sedang”. Tingkat konsumsi energi rata-rata untuk mengoperasikan *trailer* tipe *pivot* adalah 2,80 kkal/jam.kg-bb (kilokalori per jam per berat operator), sedangkan menggunakan *trailer* konvensional adalah 2,75 kkal/jam.kg-bb. Tingkat beban kerja operator juga dipengaruhi oleh ketrampilan dalam mengemudi.

**Kata kunci:** *trailer* konvensional, *trailer pivot*, lahan miring, traktor roda dua, beban kerja

## PENDAHULUAN

Dahulu alat pengangkut yang sering digunakan oleh masyarakat dalam melakukan pengangkutan produk pertanian yaitu gerobak sorong (*wheelbarrow*). Gerobak sorong berfungsi sebagai alat pengangkutan dengan cara didorong menggunakan tenaga otot manusia dan memiliki satu buah roda. Desain alat ini memiliki ukuran pendek yang menyebabkan proses pengangkutan sering mengalami kendala bagi operator terutama dibagian otot. Hal tersebut menjadi hambatan dalam proses pengangkutan yang memakan waktu yang lama serta tenaga yang lebih (M & Juliarman, 2015).

Menurut Dhafir *et al.* (2019) traktor roda dua digunakan pada proses pengangkutan berbagai keperluan petani Indonesia seperti bibit, pupuk, peralatan, dan berbagai macam hasil pertanian. Traktor roda dua digunakan sebagai alat angkut pertanian dengan penyesuaian pada *trailer*. Salah satu rancangan tersebut yaitu desain *trailer* dengan titik gandeng tipe *pivot* yang memungkinkan traktor bermanuver dengan *trailer*, akan tetapi rancangan Dhafir *et al.*, (2019) terdapat kekurangan pada *trailernya* karena tidak dirancang untuk segala jenis lahan atau dikhususkan untuk lahan datar serta tidak terdapat rancangan jenis roda yang sesuai untuk berbagai jenis lahan. Idkham *et al.*, (2018) telah mendesain dan menguji penggunaan jenis roda traktor ramping yang digunakan untuk fungsi lain (selain pembajakan) di lahan sawah, jenis roda tersebut masih perlu modifikasi untuk

keperluan transportasi diberagam lahan terutama perkebunan sawit. Cebro *et al.*, (2019) juga merancang roda sangkar untuk lahan miring dan terasering pada sawah tetapi belum diaplikasikan serta diuji pada lahan perkebunan.

Menurut Nafchi *et al.*, (2011) pada proses pengendalian *trailer* dengan traktor roda dua masih memiliki kekurangan pada desain stang kemudi. Pengoperasian *trailer* dilahan yang tidak rata mengalami kendala pada stang kemudi yang berada jauh dari tempat duduk operator sehingga sangat sulit untuk mengendalikannya pada saat berbelok dan harus turun dari tempat duduk ketika membelokkan traktor. Hal tersebut mengakibatkan peningkatan beban kerja operator sehingga desain *trailer* yang mudah dikendalikan sangat diperlukan untuk mengurangi beban kerja operator.

Setiap operator memiliki antropometri yang berbeda, baik dari segi dimensi, persepsi kenyamanan, kekuatan, kemampuan sensorik, kemampuan mental dan sebagainya. Ketika pengoperasian traktor tidak hanya bergantung pada kinerja mesin tetapi juga pada operator yang mengakibatkan beban fisik yang cukup besar. Proses pengontrolan traktor memberikan efek kelelahan yang signifikan terhadap operator. Hal tersebut disebabkan dari berbagai faktor seperti lingkungan dan tekanan yang mempengaruhi sistem denyut jantung. Sehingga aspek ergonomis operator perlu dipertimbangkan untuk menghasilkan sistem mesin dengan kinerja manusia bisa bekerja dengan baik dan waktu yang efektif semakin meningkat (Nafchi *et al.*, 2011).

Salah satu metode dalam menganalisis beban kerja pada operator yaitu dengan metode denyut jantung. Metode tersebut dapat menunjukkan dengan baik nilai beban kerja secara kuantitatif maupun secara kualitatif sehingga dapat menunjukkan tingkat kejerihan serta tingkat jumlah energi yang dikonsumsi pada operator traktor roda dua (Sari, 2020). Menurut Simanjuntak & Situmorang (2010), konsekuensi yang diterima pekerja merupakan suatu beban kerja. Kegiatan pekerja dapat dibedakan menjadi kegiatan fisik dan kegiatan mental.

Traktor roda dua belum memiliki desain yang tepat untuk trailer sehingga masih dianggap kurang ergonomis pada lahan perkebunan sawit. Dhafir *et al.*, (2019) telah merancang trailer pivot yang bisa digunakan pada lahan sawit, akan tetapi trailer tersebut belum dilakukan analisis di lahan miring sehingga perlu kiranya analisis beban kerja menggunakan trailer di lahan miring. M. Dhafir *et al.*, (2021) telah menguji beban kerja trailer menggunakan roda ban, akan tetapi roda tersebut kurang efektif digunakan pada lahan miring karena terjadinya slip pada roda ban sehingga perlu kiranya pengujian trailer menggunakan roda sangkar. Oleh karena itu, perlu adanya desain trailer yang dapat dikendalikan dengan mudah dan digunakan pada lahan perkebunan yang datar atau miring tanpa memberikan beban kerja yang berlebihan kepada operator.

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menganalisis ergonomi khususnya beban kerja operator pada pengoperasian *trailer pivot* dan *trailer* konvensional pada traktor roda dua menggunakan roda sangkar.

## METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini telah di laksanakan pada bulan Oktober 2021 sampai dengan November 2021 di

perkebunan kelapa sawit di Gampong Jalin Kota Jantho Kabupaten Aceh Besar Provinsi Aceh. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian Program Studi Teknik Pertanian Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah traktor roda dua merek Yanmar model YZL-L, TF 105-di daya 8.5 HP , dimensi panjang 2640 mm, lebar 765 mm, tinggi 1060 mm, berat 251 kg dan jarak tapak roda traktor (*Wheel Tread*) 840 mm. *Trailer* yang digunakan adalah *trailer* konvensional rakitan dengan panjang 1200 mm, lebar 900 mm, tinggi 300 mm, jarak tapak roda *trailer* (*Wheel Tread*) 1080 mm dan ukuran roda ban 175/70 R13 serta *trailer pivot* dengan panjang 1200 mm, lebar 900 mm, tinggi 350 mm, jarak tapak roda *trailer* (*Wheel Tread*) 1080 mm dan roda sangkar (*cage wheel*) dengan *wheel tread* 70 cm, *groud clearance* 20 cm, diameter roda 60 cm.

Bahan yang digunakan adalah Magene *Heart Rate Monitor* (HRM), stopwatch, *digital metronom*, *handycam*, meteran, timbangan, *waterpass*, kamera *digital* 18 MP, solar, TBS sawit yang berjumlah 206,5 kg, baterai dan alat-alat tulis.

### Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis deskriptif kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan persiapan terlebih dahulu berupa observasi lapangan guna menentukan tempat, penyesuaian tempat pengambilan data yang berdasarkan dengan tujuan, penentuan subjek, dan perlakuan, serta kemiringan lahan dan panjang lintasan yang akan digunakan, diantaranya adalah : (1) Lahan yang digunakan untuk lintasan adalah lahan sawit dengan lintasan datar, miring  $10^0$ , miring  $30^0$ ; (2) membuat lintasan dengan sudut belokan  $45^0$  dan  $90^0$  ; (3) menyediakan tandan sawit sebagai

muatan untuk *trailer*. Kemudian mengambil data awal meliputi pengambilan data antropometri, kalibrasi *steptest*, serta perekaman data denyut jantung pada aktivitas mengoperasikan traktor dengan *trailer*. Subjek yang digunakan dalam penelitian ini adalah operator traktor roda dua yang terdiri dari 3 (tiga) orang laki-laki dewasa. Sampel operator yang dipilih mendekati dengan data sekunder antropometri masyarakat Indonesia.

### Pengukuran Energi Metabolisme Basal (*Basal Metabolic Energy / BME*)

Persamaan Du'Bois merupakan metode yang umum dalam menghitung nilai BME. Fungsi minimal fisiologi tidak dapat dijalankan apabila tidak ada proses konsumsi energi yang merupakan proses BME. Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menghitung beban kerja adalah mengukur nilai BME, karena pengukuran tersebut dapat menunjukkan jumlah konsumsi energi dalam melakukan aktifitas (Syuaib, 2003).

$$A = h^{0,725} w^{0,425} \times 0,007246$$

Dimana :

A = Luas permukaan tubuh (m<sup>2</sup>)

h = Tinggi tubuh (cm)

w = Berat tubuh (kg)

Ada beberapa faktor yang berpengaruh pada nilai BME yaitu jenis kelamin, tinggi, umur, dan berat badan. Menghitung luas permukaan merupakan langkah awal dalam mengukur nilai BME yang dikonversi dalam volume oksigen (VO<sub>2</sub>). Diketahui 5 kkal setara dengan 1 liter oksigen (Wulandary, 2019).

### Pengukuran Beban Kerja Kuantitatif

Langkah awal dalam mengukur beban kerja kuantitatif yaitu dengan kalibrasi denyut jantung menggunakan HRM berdasarkan metode *step test* (ST). Ada 3 frekuensi dalam menghitung ritme kecepatan langkah yaitu 20, 25, dan 30 siklus/menit. Selanjutnya, setiap siklus ST

dihitung nilai *Work Energy Cost* (WEC) dengan persamaan :

$$WEC_{STn} = \frac{w \times g \times 2f \times h}{4,2 \times 10^3}$$

Dimana :

WECST = *Work Energy Cost* saat *step test* (kkal/menit)

n = Ulangan

w = Berat badan (kg)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/detik<sup>2</sup>)

f = Frekuensi *step test*

h = Tinggi bangku *step test* (meter)

4,2 = Faktor kalibrasi satuan dari Joule menjadi kalori

Salah satu indikator fisiologi dalam bekerja yang dapat dihitung dengan mudah adalah denyut jantung yang dilakukan dalam dua sistem yakni denyut jantung kerja dan kalibrasi. Tingkat tingginya denyut jantung yang diukur lebih mempresentasikan beban fisik dibandingkan beban mental (Fil'aini & Sari, 2020).

Denyut jantung terekam secara otomatis dalam HRM. Hasil pengukuran KST di input ke media komputasi dan melakukan analisa rata-rata denyut dengan cara diplot pada grafik. HR yang obyektif dapat diperoleh ketika menormalisasikan nilai denyut jantung hasil kalibrasi *step test*. Proses normalisasi dilakukan dengan perbandingan nilai *Increase Ratio of Heart* (IRHR) yaitu denyut jantung relatif saat *step test* (HR<sub>STn</sub>) terhadap denyut jantung saat istirahat dengan persamaan berikut:

$$IRHR_{steptest} = \frac{HR_{STn}}{HR_{restn}}$$

Selanjutnya, korelasi tingkat WECST dilakukan pada grafik untuk memperoleh persamaan fungsi :

$$Y = aX + b$$

Dimana :

Y = IRHR

X = WEC (kkal/menit)

Nilai konsumsi kerja (WEC kerja) didapatkan pada persamaan subyek dalam nilai 'X' dan nilai 'Y' sebagai nilai IRHR subjek. Kemudian dihitung *Total Energy Cost* (TEC).

$$TEC = WEC + BME$$

Dimana :

TEC = *Total Energy Cost* (kkal/menit)  
 WEC = *Work Energy Cost* (kkal/menit)  
 BME = *Basal Metabolic Energy* (kkal/menit)

Nilai *Total Energy Cost per Weight* (TEC') harus menghilangkan berat badan karena untuk memperoleh nilai TEC' yang obyektif, sehingga nilai TEC dibagi dengan berat badan operator. Satuan nilai TEC' adalah kkal/kg.jam (Sholeh & Syuaib, 2011).

$$TEC' = \frac{TEC}{W}$$

Dimana :

TEC' = *Work Energy Cost per Weight* (kal/ kg.menit)  
 W = Berat tubuh (kg)

### Pengukuran Beban Kerja Kualitatif

Tingkat beban yang diperoleh atau dirasakan oleh seseorang dapat ditentukan dengan cara menghitung beban kerja kualitatif dalam nilai IRHR (*Increase Ratio of Heart Rate*). IRHR merupakan perbandingan antara kecepatan relatif jantung saat berkerja dan denyut jantung saat istirahat (Wulandary, 2019).

Menurut Puspitawati et al., (2019), beban fisik dan beban mental pekerja yang diperoleh selama beraktivitas dapat menimbulkan ketidaknyamanan bekerja yakni kelelahan dan keluhan seperti lutut, leher, dan punggung. Faktor utama yang menyebabkan ketidaknyamanan pekerja adalah faktor usia.

Tingkat beban kerja operator diukur berdasarkan nilai IRHR yang dilakukan untuk melihat tingkat kejerihan kerja

seseorang menggunakan tabel kategori pekerjaan berdasarkan IRHR menurut (Lovita, 2009).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengoperasian traktor roda dua yang digandengkan dengan *trailer* dilakukan oleh 3 orang operator yang berbeda, Gambar 1 menunjukkan pengoperasian traktor roda dua menggunakan *trailer pivot*, sedangkan Gambar 2 menunjukkan pengoperasian traktor menggunakan *trailer* konvensional.

Pada Gambar 1 terlihat bahwa *trailer pivot* terdapat penambahan roda bantu dan tempat duduk operator, hal ini dapat membantu operator lebih mudah memaanuver traktor roda pada saat berbelok. Pada Gambar 2, terlihat traktor roda dua digandengkan dengan *trailer* konvensional memiliki kelemahan yaitu posisi stang traktor berada diluar kendali operator ketika berbelok.



**Gambar 1.** Pengoperasian traktor menggunakan *trailer pivot*.



**Gambar 2.** Pengoperasian traktor menggunakan *trailer* konvensional.

## Pengukuran Metabolisme Basal (BME)

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menghitung beban kerja adalah mengukur nilai BME, karena dapat

memperlihatkan jumlah energi yang dibutuhkan saat menjalankan fungsi minimal fisiologisnya. Berikut disajikan hasil pengukuran dimensi tubuh dan BME masing-masing subjek (Tabel 1).

**Tabel 1.** Karakteristik antropometri dan nilai BME masing-masing subjek

Subjek	Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Berat (Kg)	Tinggi (cm)	VO2 A (m <sup>2</sup> )	BME (kkal/menit)
Operator A	Laki-Laki	35	70	162	1,763	1,09
Operator B	Laki-Laki	21	65	171	1,776	1,095
Operator C	Laki-Laki	21	60	171	1,717	1,06

Pada Tabel 1 menunjukkan adanya hasil korelasi positif antara dimensi tubuh terhadap BME. Operator C memiliki dimensi tubuh 1,71 sehingga nilai BME yang diperoleh sebesar 1,06, operator B memiliki dimensi tubuh yang luas yaitu 1,77 m<sup>2</sup> sehingga nilai BME yang diperoleh sebesar 1,095 kkal/menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin luas dimensi tubuh seseorang maka semakin besar jumlah energi yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsi fisiologis tubuh.

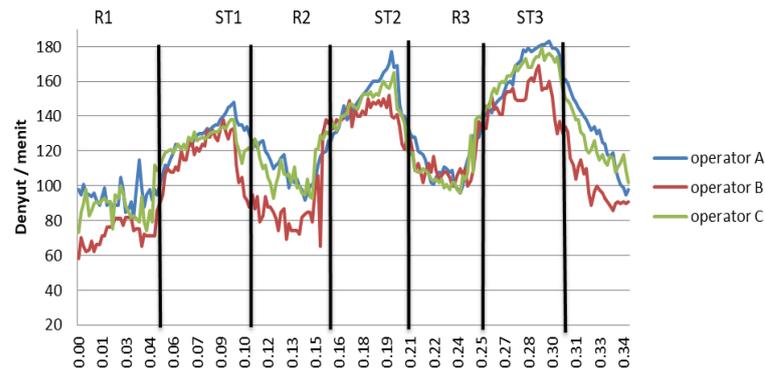
## Pengukuran IRHR<sub>ST</sub> , WEC<sub>ST</sub>, IRHR Kerja dan WEC Kerja

IRHR<sub>ST</sub> dan WEC<sub>ST</sub> adalah nilai IRHR dan WEC pada saat *step test*.

Pengukuran kalibrasi *step test* (KST) memperoleh frekuensi yang dapat menunjukkan hubungan tingkat denyut jantung dengan besarnya beban kerja, dapat dilihat dari pola grafik. Subjek memiliki kemampuan fisiologis dan karakter yang berbeda-beda. Jumlah energi yang dikonsumsi subjek pada saat aktivitas dan proses metabolisme merupakan nilai WEC<sub>ST</sub>, yang digunakan untuk memperoleh nilai persamaan daya dengan nilai IRHR dari suatu grafik. Diasumsikan bahwasanya kegiatan berjalan pada *step test* sama seperti naik tangga dengan membawa beban berat tubuh sendiri.

**Tabel 2.** Nilai IRHR dan WEC<sub>ST</sub> subjek pada KST

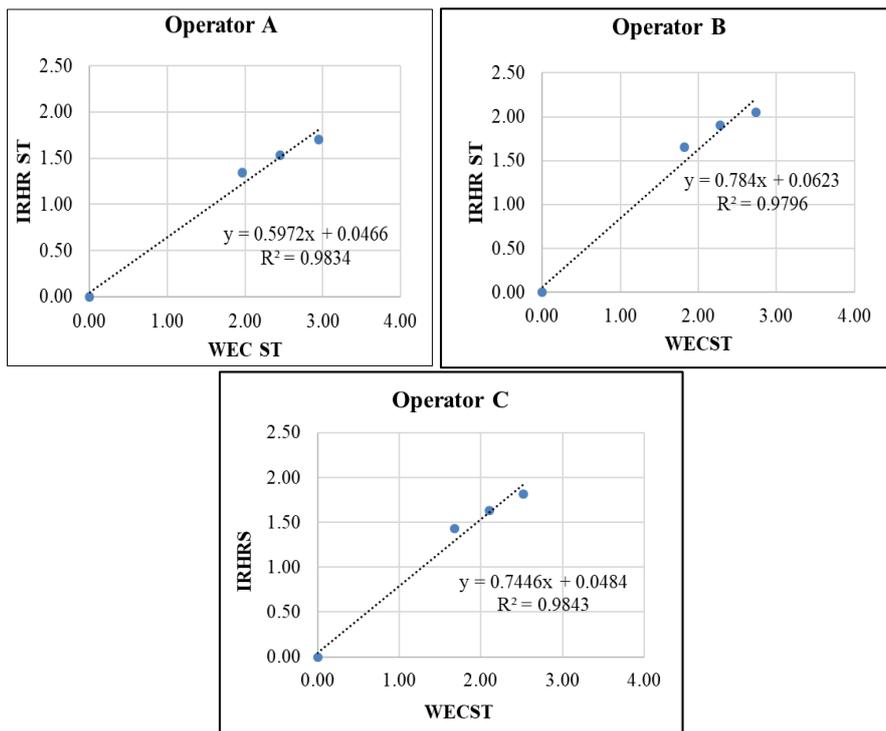
Subjek	ST1 (20 siklus/menit)		ST1 (25 siklus/menit)		ST1 (30 siklus/menit)	
	IRHR	WEC <sub>ST</sub> (kkal/min)	IRHR	WEC <sub>ST</sub> (kkal/min)	IRHR	WEC <sub>ST</sub> (kkal/min)
Operator A	1,35	1,96	1,54	2,45	1,70	2,94
Operator B	1,65	1,82	1,9	2,28	2,05	2,73
Operator C	1,44	1,68	1,63	2,10	1,82	2,52



**Gambar 3.** Hasil pengukuran denyut jantung *step test*

Hubungan antara  $WEC_{ST}$  dan IRHR kemudian diplot dalam grafik, terdapat perbedaan kemiringan grafik antara tingkat nilai IRHR terhadap nilai  $WEC_{ST}$  pada setiap subjek. Pada grafik tersebut, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai IRHR

maka semakin curam garis kemiringannya. Nilai IRHR dan WEC pada grafik memiliki batas maksimal yang dipengaruhi oleh tingkat kapasitas jantung maksimal yang dimiliki oleh subjek.



**Gambar 4.** Grafik kolerasi  $WEC_{ST}$  dan  $IRHR_{ST}$  Operator

Nilai IRHR kerja dihitung dari denyut jantung saat melakukan aktivitas dengan metode yang sama ketika melakukan pengukuran saat *step test*. Nilai *Work Energy Cost* diperoleh ketika nilai IRHR kerja dimasukkan ke dalam

persamaan kalibrasi. Jumlah energi yang dikeluarkan subjek ( $WEC$ ) saat pengoperasian traktor dapat dilihat ketika nilai IRHR diinput ke dalam persamaan korelasi  $IRHR_{ST}$  dan  $WEC_{ST}$ .

**Tabel 3.** Persamaan kalibrasi dan WEC pada lahan datar

Subjek	Persamaan Kalibrasi (y = IRHR;x= WEC )	IRHR Kerja		WEC (kkal/min)	
		P	K	P	K
Operator A	$y = 0,5972x + 0,0466$	1,17	1,11	1,88	1,77
Operator B	$y = 0,784x + 0,0623$	1,11	1,10	1,34	1,33
Operator C	$y = 0,7446x + 0,0484$	1,12	1,16	1,44	1,49

**Tabel 4.** Persamaan kalibrasi dan WEC pada lahan miring 10°

Subjek	Persamaan Kalibrasi (y = IRHR;x= WEC )	IRHR Kerja		WEC (kkal/min)	
		P	K	P	K
Operator A	$y = 0,5972x + 0,0466$	1,14	1,10	1,83	1,76
Operator B	$y = 0,784x + 0,0623$	1,04	1,00	1,25	1,20
Operator C	$y = 0,7446x + 0,0484$	1,27	1,27	1,64	1,64

**Tabel 5.** Persamaan kalibrasi dan WEC pada lahan miring 30°

Subjek	Persamaan Kalibrasi (y = IRHR;x= WEC )	IRHR Kerja		WEC (kkal/min)	
		P	K	P	K
Operator A	$y = 0,5972x + 0,0466$	1,57	1,53	2,55	2,48
Operator B	$y = 0,784x + 0,0623$	1,34	1,29	1,64	1,56
Operator C	$y = 0,7446x + 0,0484$	1,46	1,34	1,89	1,74

Keterangan :

P = *Trailer pivot*

K = *Trailer konvensional*

Hasil pengukuran denyut jantung pada saat menggunakan traktor (IRHR Kerja) di lahan datar dengan *trailer pivot* adalah 1,11-1,17, dan dengan *trailer konvensional* 1,10-1,16, sehingga ketika nilai IRHR dimasukkan pada persamaan (sebagai y), diperoleh jumlah energi yang dikeluarkan ketika bekerja (mengendarai traktor) adalah 1,34-1,88 kkal/menit dengan *trailer pivot* dan 1,33-1,77 kkal/menit dengan *trailer konvensional*. Pada lahan miring 10° IRHR kerja dengan *trailer pivot* adalah 1,04 – 1,27, dan dengan *trailer konvensional* 1,00-1,27, dengan energi yang dikeluarkan sebesar 1,25-1,83 kkal/menit pada *trailer pivot* dan 1,20-1,76 kkal/menit pada *trailer konvensional*. Pada lahan miring 30 diperoleh IRHR kerja pada *trailer pivot* adalah 1,34-1,57 kkal/menit, dan pada *trailer konvensional* adalah 1,29-1,53 kkal/menit dengan energi yang dikeluarkan sebesar 1,64-2,55 kkal/menit

pada *trailer pivot* dan 1,56-2,48 kkal/menit pada *trailer konvensional*.

### Beban Kerja Kualitatif dan Kuantitatif

Tingkat kejerihan kondisi fisik subjek dapat diperoleh pada analisis beban kerja kualitatif. Tingkat energi subjek yang dikeluarkan ketika melakukan aktivitas dapat diperoleh pada analisis beban kerja kuantitatif. Tabel 6 dan 7 menunjukkan hasil analisis kualitatif dan kuantitatif terhadap operator di lahan datar menggunakan *trailer pivot* dan *trailer konvensional*, Tabel 8 dan 9 menunjukkan hasil analisis kualitatif dan kuantitatif terhadap operator di lahan miring 10° menggunakan *trailer pivot* dan *trailer konvensional*, sedangkan Tabel 10 dan 11 menunjukkan hasil analisis kualitatif dan kuantitatif terhadap operator di lahan miring 30° menggunakan *trailer pivot* dan *trailer konvensional*.

**Tabel 6.** Beban kerja kualitatif dan kuantitatif aktivitas mengendarai traktor menggunakan *trailer pivot* di lahan datar

SUBYEK	Berat (kg)	BME (kkal/menit)	Beban Kualitatif		Beban Kuantitatif		
			Beban Kerja	IRHR Kerja	WEC (kkal/min)	TEC (kkal/min)	TEC' (kkal/kg.jam)
OPERATOR A	70	1,09	Ringan	1,17	1,88	2,97	2,54
OPERATOR B	65	1,10	Ringan	1,11	1,34	2,44	2,25
OPERATOR C	60	1,06	Ringan	1,12	1,44	2,50	2,50
Rata-rata	65	1,08	Ringan	1,13	1,55	2,63	2,43

**Tabel 7.** Beban kerja kualitatif dan kuantitatif aktivitas mengendarai traktor menggunakan *trailer konvensional* di lahan datar

SUBYEK	Berat (kg)	BME (kkal/menit)	Beban Kualitatif		Beban Kuantitatif		
			Beban Kerja	IRHR Kerja	WEC (kkal/min)	TEC (kkal/min)	TEC' (kkal/kg.jam)
OPERATOR A	70	1,09	Ringan	1,11	1,77	2,86	2,46
OPERATOR B	65	1,10	Ringan	1,10	1,33	2,42	2,23
OPERATOR C	60	1,06	Ringan	1,16	1,49	2,55	2,55
Rata-rata	65	1,08	Ringan	1,12	1,53	2,61	2,41

**Tabel 8.** Beban kerja kualitatif dan kuantitatif aktivitas mengendarai traktor menggunakan *trailer pivot* di lahan miring 10°

SUBYEK	Berat (kg)	BME (kkal/menit)	Beban Kualitatif		Beban Kuantitatif		
			Beban Kerja	IRHR Kerja	WEC (kkal/min)	TEC (kkal/min)	TEC' (kkal/kg.jam)
OPERATOR A	70	1,09	Ringan	1,14	1,83	2,92	2,50
OPERATOR B	65	1,10	Ringan	1,04	1,25	2,34	2,16
OPERATOR C	60	1,06	Sedang	1,27	1,64	2,70	2,70
Rata-rata	65	1,08	Ringan	1,15	1,57	2,65	2,45

**Tabel 9.** Beban kerja kualitatif dan kuantitatif aktivitas mengendarai traktor menggunakan *trailer konvensional* di lahan miring 10°

SUBYEK	Berat (kg)	BME (kkal/menit)	Beban Kualitatif		Beban Kuantitatif		
			Beban Kerja	IRHR Kerja	WEC (kkal/min)	TEC (kkal/min)	TEC' (kkal/kg.jam)
OPERATOR A	70	1,09	Ringan	1,10	1,76	2,85	2,44
OPERATOR B	65	1,10	Ringan	1,00	1,20	2,30	2,12
OPERATOR C	60	1,06	Sedang	1,27	1,64	2,70	2,70
Rata-rata	65	1,08	Ringan	1,12	1,53	2,62	2,41

**Tabel 10.** Beban kerja kualitatif dan kuantitatif aktivitas mengendarai traktor menggunakan *trailer pivot* di lahan miring 30°

SUBYEK	Berat (kg)	BME (kkal/menit)	Beban Kualitatif		Beban Kuantitatif		
			Beban Kerja	IRH R Kerja	WEC (kkal/min)	TEC (kkal/min)	TEC' (kkal/kg.jam)
OPERATOR A	70	1,09	Berat	1,57	2,55	3,64	3,12
OPERATOR B	65	1,10	Sedang	1,34	1,64	2,73	2,52
OPERATOR C	60	1,06	Sedang	1,46	1,89	2,95	2,95
Rata-rata	65	1,08	Sedang	1,46	2,03	3,11	2,87

**Tabel 11.** Beban kerja kualitatif dan kuantitatif aktivitas mengendarai traktor menggunakan *trailer konvensional* di lahan miring 30°

SUBYEK	Berat (kg)	BME (kkal/menit)	Beban Kualitatif		Beban Kuantitatif		
			Beban Kerja	IRHR Kerja	WEC (kkal/min)	TEC (kkal/min)	TEC' (kkal/kg.jam)
OPERATOR A	70	1,09	Berat	1,53	2,48	3,57	3,06
OPERATOR B	65	1,10	Sedang	1,29	1,56	2,66	2,46
OPERATOR C	60	1,06	Sedang	1,34	1,74	2,80	2,80
Rata-rata	65	1,08	Sedang	1,39	1,93	3,01	2,78

Hasil analisis kualitatif menunjukkan rata-rata IRHR kerja pada *trailer pivot* antara 1,11-1,17 dan pada *trailer konvensional* antara 1,10-1,16 (lahan datar), dan di lahan miring 10° pada *trailer pivot* antara 1,04-1,27 dan pada *trailer konvensional* antara 1,00-1,27, sedangkan di lahan miring 30° pada *trailer pivot* antara 1,34-1,57 dan pada *trailer konvensional* antara 1,29-1,53, sehingga dengan acuan pada tabel beban kerja saat aktivitas di lahan datar dengan rata-rata kerja ‘Ringan’ untuk *trailer pivot* dan konvensional, pada lahan miring 10° dengan rata-rata kerja ‘Ringan’ untuk kedua *trailer*, dan pada lahan miring 30° adalah ‘Sedang’ untuk *trailer pivot* dan *trailer konvensional*. Hasil analisis tersebut sebanding dengan pernyataan Nada *et al.* (2014), menyebutkan tingkat kemiringan lahan mempengaruhi tingkat keluhan sistem muskuloskeletal. Ketika pembajakan sawah pada lahan miring operator mengalami tingkat keluhan sebesar 60,71%, sedangkan pada pembajakan sawah datar operator mengalami tingkat keluhan sebesar 25%.

Tingkat nilai IRHR yang diperoleh pada saat pengoperasian *trailer pivot* dan konvensional sebesar 1,11-1,57, dimana hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Bary *et al.*, (2013) yang menyatakan tingkat IRHR kerja sebesar 1,15 sampai 1,74.

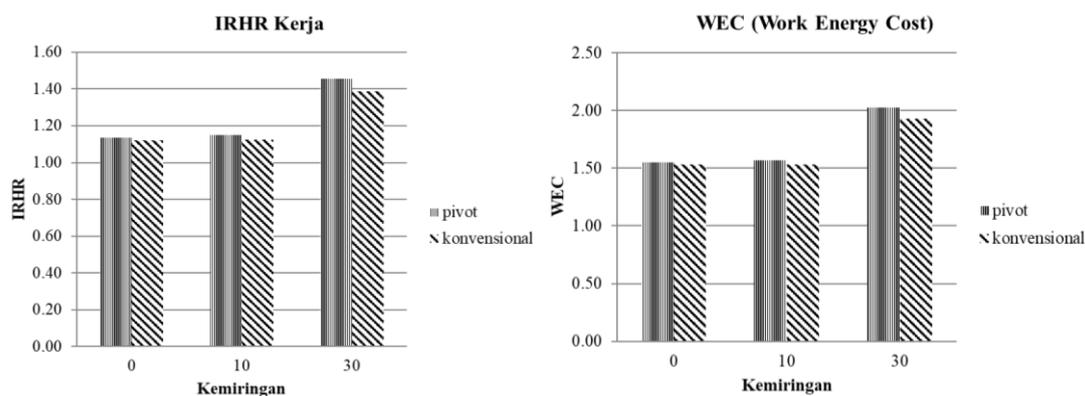
Total energi yang dikeluarkan oleh operator (TEC) pada saat aktivitas mengendarai traktor adalah jumlah energi yang dikeluarkan saat bekerja (WEC) dengan energi pada saat aktivitas metabolisme tubuh (BME). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan TEC adalah 2,44-2,97 kkal/menit pada *trailer pivot* dan 2,42 - 2,86 kkal/menit pada *trailer konvensional* (lahan datar), 2,34 - 2,92 kkal/menit pada *trailer pivot* dan 2,30-2,85 pada *trailer konvensional* (lahan miring 10), dan 2,73-3,64 kkal/menit pada *trailer pivot* dan 2,66-3,57 pada *trailer konvensional* (lahan miring 30). Berat badan dapat mempengaruhi beban kerja sehingga harus dihilangkan dengan membagi nilai TEC terhadap berat badan untuk memperoleh nilai energi obyektif

(TEC') yang harus dikeluarkan oleh subjek pada saat pengoperasian traktor dengan *trailer*. Total energi kerja per berat badan (TEC') pada *trailer pivot* adalah 2,43 kkal/kg.jam dan pada *trailer* konvensional adalah 2,41 kkal/kg.jam untuk lahan datar, dan di lahan miring 10° nilai TEC' pada *trailer pivot* adalah 2,45 kkal/kg.jam dan pada *trailer* konvensional adalah 2,41 kkal/kg.jam, lalu pada lahan miring 30° nilai TEC' yang diperoleh pada *trailer pivot* adalah 2,87 kkal/kg.jam dan pada *trailer* konvensional adalah 2,78 kkal/kg.jam.

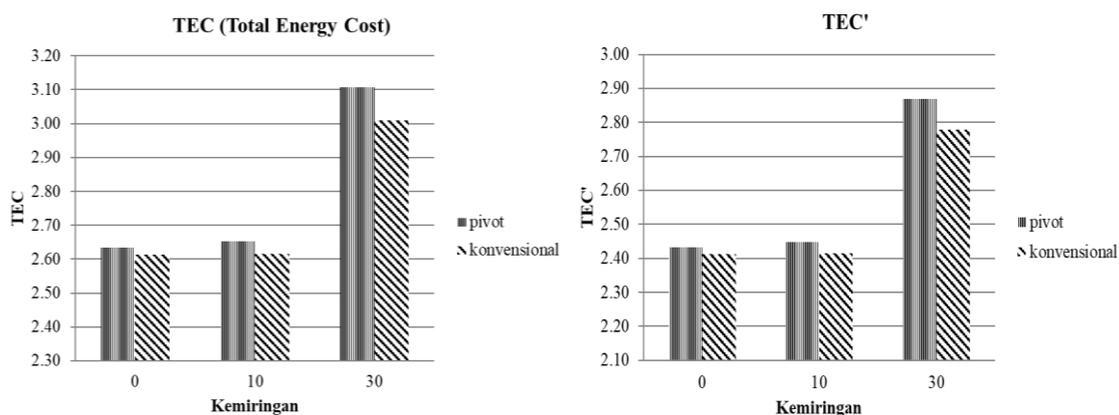
Beban kerja yang diperoleh pada *trailer pivot* lebih besar dibandingkan pada *trailer* konvensional. Hal tersebut selaras dengan pengujian *trailer* di lahan sawit yang dilakukan M. Dhafir *et al.* (2021)

menggunakan roda ban, menunjukkan pengoperasian *trailer* tipe *pivot* memberikan beban kerja yang lebih besar dibandingkan *trailer* konvensional. Tingkat beban kerja operator pada pengoperasian *trailer* konvensional yaitu ringan dan total energi rata-rata sebesar 2,54 kkal/jam.kg-bb, sedangkan pengoperasian *trailer pivot* yaitu sedang dan total energi rata-rata sebesar 2,60 kkal/jam.kg-bb.

Dhafir *et al.* (2021) telah menganalisis selang gerak alami operator pada pengoperasian *trailer pivot* di lahan datar, menunjukkan sebagian besar segmen tubuh berada pada wilayah nyaman, yang berdampak pada beban kerja operator.



Gambar 5 dan 6. Grafik IRHR kerja dan WEC



Gambar 7 dan 8. Grafik TEC' dan TEC

### KESIMPULAN

Pengukuran tingkat beban kerja kualitatif menunjukkan rata-rata IRHR kerja

pada *trailer pivot* antara 1,11-1,17 dan pada *trailer* konvensional antara 1,10-1,16 (lahan datar), dan di lahan miring 10° pada *trailer pivot* antara 1,04-1,27 dan pada *trailer*

konvensional antara 1,00-1,27, sedangkan di lahan miring 30° pada *trailer pivot* antara 1,34-1,57 dan pada *trailer* konvensional antara 1,29-1,53. Tingkat beban kerja kualitatif menunjukkan pada aktivitas lahan datar dengan rata-rata kerja 'Ringan' untuk *trailer pivot* dan konvensional, pada lahan miring 10° dengan rata-rata kerja 'Ringan' untuk kedua *trailer*, dan pada lahan miring 30° adalah 'Sedang' untuk *trailer pivot* dan *trailer* konvensional. Setiap kemiringan dapat menunjukkan bahwa beban kerja *trailer pivot* lebih besar dibandingkan dengan *trailer* konvensional. Namun, dari aspek kenyamanan dan keselamatan, *trailer pivot* lebih unggul dari *trailer* konvensional, terutama saat berbelok.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami tujukan kepada Deroktoral Jenderal Pendidikan Tinggi, *Research* dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, *Research* dan Teknologi, yang telah mendukung pendanaan gibah Insentif *Research* System nasional (INSINAS) tahun anggaran 2021.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bary, M. A., Syuaib, M. F., & Rachmat, M. (2013). Analisis Beban Kerja Pada Proses Produksi Crude Palm Oil (Cpo) Di Pabrik Minyak Sawit Dengan Kapasitas 50 Ton Tbs/Jam. *Teknologi Industri Pertanian*, 23(3), 220–231.
- Cebro, I. S., Mandang, T., Hermawan, W., & Desrial. (2019). *Peningkatan Kinerja Traktor Tangan Pada Lintasan Lereng Sawah Terasering*. Institut Pertanian Bogor.
- Dhafir, M., Idkham, M., Safrizal, & Mulyadi, I. A. (2021). Ergonomics study on pivot-type trailer operation for two-wheel tractor on sloping land. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 922(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/922/1/012064>
- Dhafir, Muhammad, Mandang, T., & Hermawan, W. (2019). Desain Ergonomis Sistem Penggandengan Trailer pada Traktor Roda Dua. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 1–12.
- Dhafir, Muhammad, Safrizal, S., Munawar, A. A., & Idkham, M. (2021). Work Motion Study Of Pivot Type Trailer Operation On Two Wheel Tractors. *INMATEH Agricultural Engineering*, 65(3).
- Fil'aini, R., & Sari, T. N. (2020). Analisis Beban Kerja Petani Pada Pengoperasian Knapsack Sprayer. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(2), 131. <https://doi.org/10.23960/jtep-1.v9i2.131-139>
- Idkham, M., Mandang, T., Hermawan, W., & Pramuhadi, G. (2018). Analisis Performansi Model Roda Ramping Bersirip (Narrow Lug Wheel) pada Tanah Basah di Soil bin Model. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6(1), 15–22. <https://doi.org/10.19028/jtep.06.1>
- Lovita. (2009). *Analisis Beban Kerja Pada Pembuatan Guludan di Lahan Kering (Studi Kasus: Analisis Komparatif Kerja Manual dengan Cangkul dan Mekanis dengan Walking-type Cultivator)*. Institut Pertanian Bogor.
- M, M. G., & Juliarman, R. (2015). Redesign Handle Wheelbarrow Untuk

- Mengurangi Keluhan Musculoskeletal Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD) di Perkebunan Kelapa Sawit Bagan Jaya Kab. Indragiri Hilir, Riau. *Rona Teknik Pertanian*, 8(2), 111–115. <https://doi.org/10.17969/rtp.v8i2.3008>
- Nada, I. made, Arda, G., & Pudja, I. A. R. P. (2014). Beban Kerja dan Produktivitas Kerja Operator Traktor Tangan Pada Pembajakan Sawah 'Subak Ayo' di Desa Babahan, Kecamatan Penebel, Kabupaten jTabanan Bali. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*, 7(1), 1–8.
- Nafchi, A. M., Nafchi, H. M., & Demneh, I. A. (2011). Improving steering system for walking tractor-trailer combination to increase operator's comfort and ease of control. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 13(3), 1–12.
- Puspitawati, M. L., Suryaningrat, I. B., & Rusdianto, A. S. (2019). Analisis Beban Kerja Karyawan Pada Bagian Sortasi Di Pt. Perkebunan Nusantara X, Kabupaten Jember. *Agrointek*, 13(2), 100–108. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v13i2.5007>
- Sari, P. D. U. (2020). *Uji Teknis Alat Pendingin Tubuh Untuk Operator Hand Tractor Pada Pengolahan Tanah* [Universitas Sriwijaya]. <https://repository.unsri.ac.id/31759/>
- Sholeh, C., & Syuaib, M. F. (2011). *Analisis beban kerja pada budidaya padi sawah: studi komparasi antara metode konvensional dan organik*. Institut Pertanian Bogor.
- Simanjuntak, R. A., & Situmorang, A. D. (2010). Analisis Pengaruh Shift Kerja Terhadap Beban Kerja Mental Dengan Metode Subjective Workload Assessment Technique (SWAT). *Jurnal Teknologi*, 3(1), 53–60.
- Syuaib, M. F. (2003). *Ergonomic Study on the Process of Mastering Tractor Operation*. Tokyo University of Agricultural and Technology.
- Wulandary, M. H. (2019). Analisis Beban Kerja Petani Pada Pengolahan Tanah Menggunakan Tipe Gagang Cangkul Yang Berbeda Di Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. In *Beban kerja petani*. Universitas Sriwijaya.