

Pengembangan Alat Angkut TBS Kelapa Sawit dengan Sistem Timbangan dan Pencurahan Bahan

Winda Apriani¹, Feby Nopriandy², Suhendra^{3*}, Ari Rianto⁴

^{1, 2, 3, 4}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas
Jl. Raya Sejangkung, Sebayon, Sambas, Kalimantan Barat, Indonesia
[*aka.suhendra@yahoo.com](mailto:aka.suhendra@yahoo.com)

Abstract

Transportation system for palm oil fruit from within the plantation is one of the main problems encountered by farmers. The muddy land conditions and the absence of transport routes in the plantations make it difficult to transport palm oil fruit. Efforts to overcome this problem are carried out by designed and construction transporter of palm oil fresh fruit bunch that is suitable for use on muddy land. Designed and construction transporter of palm oil fresh fruit bunch has been carried out previously, but still needs to be developed. Through this research, transporter of palm oil fresh fruit bunch was developed by adding a weighing and material dumping system. The research stages include construction of weighing and material dumping system, verification tests, functional tests and performance tests. The track used in the performance test is 100 m with a carrying load of 200 kg. The data measured is speed and transportation capacity. The functional test results show that the weighing and material dumping system can function properly. The accuracy of the weighing system reached 97.19%, while the material dumping system was effectively used for loads under 150 kg. In transmission position 1 the average capacity obtained is 3,208 kg/hour with a transport speed of 0.446 m/s, while in transmission 2 the average capacity obtained is 5,337 kg/hour with a transport speed of 0.741 m/s.

Keywords: material dumping, palm oil, transporter, weighing

Abstrak

Sistem pengangkutan buah kelapa sawit dari dalam kebun merupakan salah satu permasalahan utama yang dihadapi oleh petani. Kondisi lahan yang becek serta tidak adanya jalur angkut dalam kebun menyebabkan buah kelapa sawit sulit diangkut. Upaya mengatasi permasalahan ini dilakukan dengan merencanakan alat angkut TBS kelapa sawit yang cocok digunakan pada lahan becek. Rekanayasa alat angkut TBS kelapa sawit telah dilakukan sebelumnya, namun masih terdapat kekurangan yang perlu dikembangkan. Melalui penelitian ini, dilakukan pengembangan alat angkut TBS kelapa sawit dengan menambahkan sistem timbangan dan pencurahan bahan. Tahapan penelitian meliputi rekayasa sistem timbangan dan pencurahan bahan, uji verifikasi, uji fungsional dan uji kinerja alat angkut. Lintasan yang digunakan dalam uji kinerja berjarak 100 m dengan beban angkut 200 kg. Data yang diukur adalah kecepatan dan kapasitas pengangkutan. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa sistem timbangan dan pencurahan bahan dapat berfungsi dengan baik. Tingkat akurasi sistem timbangan mencapai 97,19%, sedangkan sistem pencurahan bahan efektif digunakan untuk beban dibawah 150 kg. Pada posisi transmisi 1 rata-rata diperoleh kapasitas sebesar 3.208 kg/jam dengan kecepatan angkut 0,446 m/s, sedangkan pada transmisi 2 rata-rata kapasitas yang dihasilkan adalah 5.337 kg/jam dengan kecepatan angkut 0,741 m/s.

Kata kunci: alat angkut, kelapa sawit, pencurahan bahan, timbangan

1. Pendahuluan

Indonesia adalah produsen terbesar minyak sawit dunia dengan luas areal tanam tahun 2021 mencapai 16,83 juta hektare dan mampu memproduksi CPO sebesar 45,1 juta ton [1]. Di Provinsi Kalimantan Barat, kelapa sawit merupakan salah satu tanaman primadona. Berdasarkan data [2], kelapa sawit tahun 2021 merupakan tanaman perkebunan yang paling banyak ditanam di Kalimantan Barat dengan luas areal tanam

4,96 juta hektare, diikuti kelapa, karet, kopi dan kakao.

Tahapan penting dalam usaha perkebunan sawit adalah kegiatan panen tandan buah segar (TBS). Kegiatan panen dimulai dari pemotongan, pengumpulan dan pengangkutan TBS dari kebun menuju pabrik pengolahan [3]. TBS kelapa sawit mudah mengalami kerusakan saat dipanen. Tahapan panen perlu dilakukan dengan cepat dan tepat agar kualitas TBS yang dipanen tetap baik ketika sampai di pabrik

pengolahan. TBS yang terlalu lama terbiar menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebas (ALB) sehingga dapat menurunkan kualitas buah sawit. Pengolahan buah sawit harus dilakukan paling lama 8 jam setelah panen untuk mencegah peningkatan kadar ALB [4].

Hasil panen TBS kelapa sawit pada perkebunan rakyat secara umum diangkut dari kebun menuju tempat penampungan TBS dengan cara dipikul, menggunakan gerobak sorong atau sepeda motor yang dimodifikasi bagian belakangnya. Permasalahan pengangkutan dengan teknik ini adalah banyak buah kelapa sawit yang hilang atau tercecer di jalan. Menurut penelitian [5], persentase buah sawit yang hilang atau tercecer saat proses panen dan pengangkutan mencapai 14% dari keseluruhan hasil panen, 60-70% dari buah yang hilang dibiarkan di lahan sampai membusuk.

Pengangkutan pada Perkebunan Besar Negara atau Perkebunan Besar Swasta sebagian sudah menggunakan peralatan pengangkutan canggih. Namun, pengadaan peralatan tersebut sangat mahal dan hanya digunakan oleh perusahaan besar. Harga beli peralatan tersebut tidak terjangkau oleh petani kelapa sawit. Akhirnya petani tetap menggunakan cara umum untuk mengangkut TBS kelapa sawit dari dalam kebun.

Sistem pengangkutan TBS kelapa sawit juga dipengaruhi oleh keadaan lahan di dalam kebun dan jalan menuju kebun. Keadaan lahan becek atau lahan gambut membutuhkan tenaga ekstra untuk mengeluarkan TBS dari kebun. Hal ini banyak dialami oleh petani kelapa sawit di Kalimantan Barat dan beberapa daerah lainnya yang memiliki lahan gambut, serta tanah lunak sehingga mudah becek saat hujan. Keluhan terbesar petani sawit ketika musim penghujan, lahan perkebunan becek menyebabkan proses pengangkutan buah sawit sulit dilakukan. Kondisi ini mengakibatkan banyak buah sawit tidak terangkut, atau proses pengangkutan membutuhkan waktu yang lebih lama

sehingga berdampak terhadap penurunan kualitas buah sawit. Permasalahan ini perlu mendapatkan perhatian dan solusi penyelesaian agar sistem pengangkutan TBS kelapa sawit pada perkebunan rakyat dapat teratasi.

Beberapa penelitian yang membahas tentang alat angkut TBS kelapa sawit telah dilakukan. Uji kinerja gerobak sorong dilengkapi mesin penggerak telah dilakukan [6]. Hasil pengujian gerobak bermuatan TBS 160 kg, pada putaran mesin 4.000 rpm dengan jarak 100 m, dapat ditempuh gerobak sorong dalam waktu 98 detik dan memerlukan konsumsi bahan bakar sebanyak 0,41 ml/detik. Penelitian lain adalah pengujian alat angkut mekanis untuk TBS [7]. Berdasarkan hasil pengujian, kapasitas alat tertinggi diperoleh pada beban angkut 150 kg dengan kecepatan 2 m/s dengan rata-rata konsumsi bahan bakar sebanyak 92 ml. Pengembangan lain adalah rancang bangun alat angkut TBS kelapa sawit dengan penggerak *engine* yang memiliki 2 transmisi [8]. Kapasitas angkut pada posisi transmisi 1 sebesar 3.463,2 kg/jam, sedangkan pada posisi transmisi 2 kapasitas angkutnya sebesar 5.625 kg/jam. Beberapa penelitian lain [9] [10] sebatas pengembangan desain dan simulasi alat angkut TBS.

Penelitian yang dilakukan adalah pengembangan alat angkut TBS kelapa sawit dengan penggerak *engine* [8]. Alat angkut TBS didesain memiliki bentuk relatif kecil, memungkinkan gerakan alat angkut di lapangan lebih lincah. Selain itu, bobot yang ringan memungkinkan alat angkut melewati medan becek atau berlumpur. Bentuk dan desain alat angkut disesuaikan dengan kondisi lahan perkebunan kelapa sawit yang ada di Kalimantan Barat dan sekitarnya, serta disesuaikan dengan kebutuhan petani. Beberapa kelemahan alat angkut tersebut akan diperbaiki dan pengembangan lebih lanjut akan dilakukan agar alat angkut dapat dimanfaatkan oleh petani kelapa sawit untuk mempermudah mengeluarkan buah dari dalam kebun.

Pengembangan yang akan dilakukan pada alat angkut TBS adalah penambahan sistem timbangan digital yang terintegrasi dengan alat angkut serta penambahan sistem pencurahan bahan. Sistem timbangan digital diperlukan agar petani dapat langsung mengetahui bobot TBS kelapa sawit yang dipanen. Sistem pencurahan bahan bertujuan memudahkan petani mengeluarkan TBS kelapa sawit dari alat angkut.

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah melakukan pengembangan alat angkut TBS kelapa sawit berpengerak *engine* pada sistem timbangan dan pencurahan bahan, serta melakukan uji kinerja alat angkut TBS kelapa sawit di perkebunan sawit.

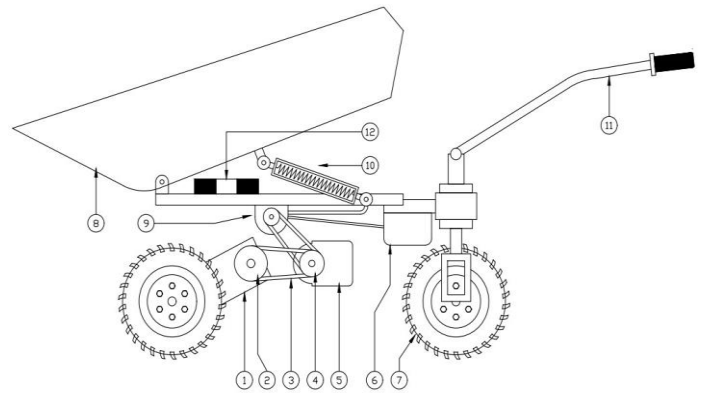
2. Metode Penelitian

2.1 Pengembangan alat angkut TBS kelapa sawit

Alat angkut TBS kelapa sawit hasil penelitian sebelumnya [8] dapat bekerja mengangkut TBS kelapa sawit di lahan perkebunan. Pengembangan yang akan dilakukan pada alat angkut adalah penambahan sistem timbangan dan pencurahan bahan. Sistem timbangan berfungsi memudahkan petani menimbang hasil panen TBS kelapa sawit di lapangan. Sistem pencurahan bahan berfungsi memudahkan operator alat angkut untuk mencurahkan TBS kelapa sawit yang diangkut.



Gambar 1. Alat angkut TBS kelapa sawit [8]



Gambar 2. Desain pengembangan alat angkut TBS kelapa sawit

Keterangan Gambar :

1. Gearbox
2. Puli penghubung
3. Sabuk
4. Puli dan koping
5. Engine (sumber penggerak)
6. Tangki hidrolik
7. Roda
8. Bak penampung bahan
9. Pompa hidrolik
10. Silinder hidrolik
11. Kemudi
12. Modul timbangan

2.2. Uji verifikasi alat angkut TBS kelapa sawit

Uji verifikasi alat angkut TBS kelapa sawit adalah proses pengukuran dan pemeriksaan komponen-komponen pada alat angkut. Hasil uji verifikasi digunakan untuk mendapatkan data teknis ukuran dan dimensi komponen. Uji verifikasi juga bertujuan memastikan bahwa mesin atau komponen yang direkayasa sesuai dengan spesifikasi desain yang telah dibuat. Data uji verifikasi pada alat angkut TBS kelapa sawit yang dilakukan adalah dimensi komponen alat angkut. Alat ukur yang diperlukan untuk melakukan uji verifikasi alat angkut TBS kelapa sawit adalah jangka sorong, mistar, rol meter dan timbangan.

2.3. Uji fungsional sistem timbangan dan pencurahan bahan

Uji fungsional bertujuan untuk melihat fungsi dari sistem timbangan dan pencurahan bahan hasil pengembangan pada alat angkut TBS kelapa sawit. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi

sistem timbangan dan kinerja dari sistem pencurahan bahan.

2.4. Uji kinerja alat angkut TBS kelapa sawit

Alat yang digunakan untuk uji kinerja meliputi *stopwatch*, timbangan, *tachometer*, jangka sorong dan rol meter. Lahan yang digunakan untuk uji lapang adalah lahan perkebunan kelapa sawit. TBS yang diangkut adalah TBS yang diperoleh langsung dari perkebunan sawit.

Pengujian pada alat angkut TBS kelapa sawit berfungsi untuk mengamati apakah alat angkut TBS yang dikembangkan dapat berfungsi dengan baik mengangkut TBS dari dalam kebun serta dapat melakukan proses penimbangan dan pencurahan. Prosedur pengujian dilakukan di lahan perkebunan sawit. Panjang lintasan yang digunakan untuk mengangkut TBS diukur terlebih dahulu. Panjang lintasan yang digunakan dalam pengujian ini berjarak 100 m. Variabel tak bebas alat angkut yang diukur adalah kapasitas pengangkutan dan kecepatan pengangkutan.

a. Kapasitas pengangkutan

Kapasitas pengangkutan TBS adalah banyaknya TBS yang dapat diangkut dari kebun menuju tempat pengumpulan TBS dalam satuan kg/jam. Kapasitas pengangkutan TBS kelapa sawit dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [11][12] :

$$\text{Kapasitas} = \frac{m}{t} \text{ (kg/jam)} \quad (1)$$

Keterangan:

m = Massa TBS yang diangkut (kg)
 t = Waktu untuk mengangkut (jam)

b. Kecepatan pengangkutan

Kecepatan pengangkutan adalah kemampuan untuk memindahkan sesuatu dari suatu tempat dalam satuan m/s. Kecepatan angkut dihitung menggunakan persamaan berikut [13] :

$$\text{Kecepatan angkut} = \frac{s}{t} \text{ (m/s)} \quad (2)$$

Keterangan

s = Jarak tempuh (m)
 t = Waktu tempuh (detik)

Hasil uji kinerja pada alat angkut yang telah dimodifikasi selanjutnya dibandingkan dengan alat angkut sebelum dimodifikasi untuk melihat perubahan kinerja pada alat. Nilai perubahan kinerja dapat dihitung menggunakan persamaan 3 [14][15].

$$Pk = \frac{K2 - K1}{K1} \quad 3$$

Keterangan :

Pk = Perubahan kinerja (%)
 $K1$ = Kinerja setelah dimodifikasi
 $K2$ = Kinerja sebelum dimodifikasi

3. Hasil dan Pembahasan

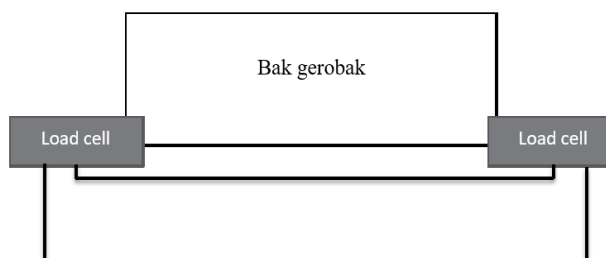
3.1. Hasil pengembangan Alat Angkut

a. Penambahan sistem timbangan digital

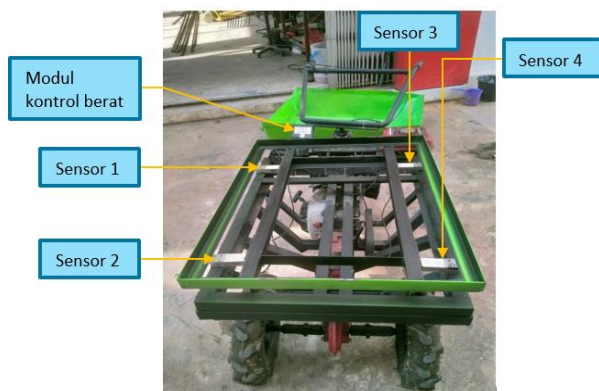
Alat angkut TBS ini merupakan alat angkut dengan menggunakan prinsip gerobak dorong dengan penggerak *engine*. Pengembangan alat angkut TBS dari penelitian sebelumnya berupa penambahan 4 buah sensor *load cell* dan *display*. Sensor *load cell* yang digunakan dipasang pada setiap sudut bak gerobak. Posisi sensor *load cell* dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Tampak atas posisi sensor *load cell*



Gambar 4. Tampak samping posisi sensor *load cell*



Gambar 5. Posisi pemasangan sensor berat pada alat angkut

b. Penambahan sistem pencurahan bahan

Instalasi sistem pencurahan bahan pada alat angkut TBS kelapa sawit menggunakan sistem hidrolis. Tahapan instalasi meliputi pemasangan silinder hidrolis, selang penghubung hidrolis, tangki hidrolis dan berbagai kelengkapan lainnya. Tujuan pemasangan sistem pencurahan bahan adalah agar TBS kelapa sawit mudah dikeluarkan dari bak penampungan pada alat angkut.

3.2. Uji verifikasi alat angkut

Tabel 1. Hasil uji verifikasi pada alat angkut TBS

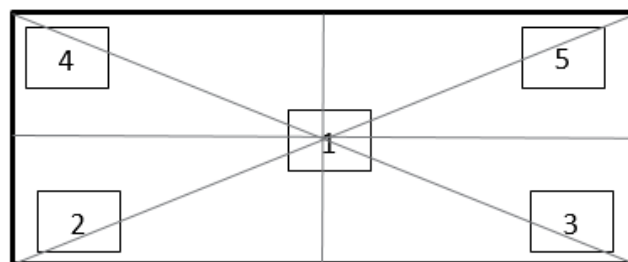
No	Komponen	Spesifikasi
1.	Dimensi	1520 x 800 x 740 mm
2.	Bobot alat	± 94 kg
3.	Bahan rangka	Baja karbon profil L 40 x 40 mm
4.	Roda penggerak	Roda karet D luar = 40 cm, D dalam = 20 cm
5.	Diameter poros roda	25 mm
6.	Penggerak	Engine 6,5 HP
7.	Sistem timbangan	sensor <i>load cell</i> , maksimal
8.	Sistem pencurahan bahan	Sistem hidrolis, maksimal 150 kg

Tabel 1. adalah data hasil uji verifikasi berupa ukuran atau dimensi komponen-komponen utama alat angkut TBS.

3.3. Uji fungsional alat angkut

a. Uji fungsional sistem timbangan

Uji fungsional sistem timbangan digital dilakukan pada 5 titik pembebanan yang berbeda. Posisi sensor *load cell* yang dipasang pada alat angkut TBS dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Posisi titik uji penimbangan

Tabel 2. Data rata-rata hasil uji fungsional sistem timbangan

Posisi	Massa ditimbang (gr)		Galat (gr)	Akurasi (%)
	Nilai standar	Pembacaan		
Titik 1	5.500	5.408	92	98,33%
Titik 2	5.500	5.472	28	99,49%
Titik 3	5.500	5.075	425	92,27%
Titik 4	5.500	5.714	214	96,25%
Titik 5	5.500	5.521	21	99,62%
Rata-rata			156	97,19%

Berdasarkan hasil uji fungsional sistem timbangan pada alat angkut TBS kelapa sawit yang dilakukan pada 5 titik penimbangan diperoleh rata-rata galat sebesar 156 gram dengan persentase akurasi penimbangan 97,19%.

b. Uji fungsional sistem pencurahan bahan.

Sistem pencurahan bahan pada alat angkut TBS dapat berfungsi dengan baik. Bak penampung TBS untuk mencurahan bahan dapat dimiringkan maksimal hingga 52°. Data hasil pengukuran beban dan waktu

pencurahan TBS kelapa sawit dari alat angkut dapat dilihat pada Tabel 3.

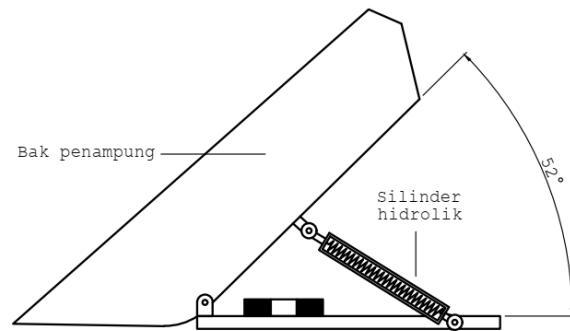
Tabel 3. Data pengukuran beban dan waktu pencurahan TBS kelapa sawit

Beban (kg)	Waktu pencurahan (detik)
50	6,23
100	6,69
150	7,41
200	-



Gambar 7. Uji fungsional sistem pencurahan bahan

Sistem pencurahan bahan pada alat angkut dapat bekerja dengan baik pada beban antara 50 kg sampai 150 kg. Pada pengujian dengan beban 200 kg, sistem pencurahan bahan sedikit mengalami kendala. Silinder hidrolis tidak mampu mengangkat bak penampung karena posisi awal kemiringan silinder hidrolis yang terlalu kecil. Pada kondisi ini, untuk mengangkat bak penampung memerlukan tekanan hidrolis yang sangat besar. Jika bak penampung tetap dipaksa untuk diangkat, maka diperlukan tekanan hidrolis yang sangat besar namun dapat mengakibatkan kerusakan pada beberapa komponen hidrolis.



Gambar 8. Kemiringan maksimal bak penampung

3.3. Uji kinerja alat angkut

Alat angkut TBS dioperasikan menggunakan 2 pilihan transmisi yaitu transmisi 1 dan 2. Massa TBS kelapa sawit digunakan untuk setiap pengujian adalah sebanyak 200 kg. Data lengkap hasil uji kinerja alat angkut TBS kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji kinerja alat angkut TBS kelapa sawit

Posisi transmisi	Jarak tempuh (m)	Waktu tempuh (detik)	Kecepatan angkut (m/s)	Kapasitas angkut (kg/jam)
Posisi transmisi 1	100	224,56	0,445	3.206
	100	217,38	0,460	3.312
	100	231,91	0,431	3.105
Posisi transmisi 2	100	136,58	0,732	5.272
	100	139,73	0,716	5.153
	100	128,85	0,776	5.588

Kapasitas pengangkutan alat dapat dihitung menggunakan persamaan 1. Berdasarkan data hasil uji kinerja diperoleh bahwa pada posisi transmisi 1 diperoleh rata-rata kapasitas pengangkutan sebesar 3.208 kg/jam sedangkan pada posisi transmisi 2 kapasitas yang dihasilkan adalah 5.337 kg/jam.

Kecepatan pengangkutan alat dapat dihitung menggunakan persamaan 2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan angkut pada transmisi 1 diperoleh sebesar 0,446 m/s, sedangkan pada transmisi 2 didapat kecepatan angkut 0,741 m/s.

Pengembangan alat angkut TBS kelapa sawit berupa sistem timbangan dan pencurahan bahan sangat membantu petani sawit dalam proses pengangkutan TBS kelapa sawit dari dalam kebun. Berdasarkan hasil uji fungsional, sistem timbangan dan pencurahan bahan dapat berfungsi dengan baik. Hasil pengukuran menunjukkan tingkat akurasi sistem timbangan mencapai 97,19%, sedangkan sistem pencurahan bahan hanya efektif digunakan untuk beban dibawah 150 kg. Pada beban diatas 150 kg, sistem pencurahan bahan akan mengalami kesulitan untuk mengangkat beban pada posisi awal karena posisi sudut kemiringan silinder hidrolik terlalu kecil.

Kapasitas dan kecepatan alat angkut setelah dimodifikasi dibandingkan dengan alat angkut sebelum dimodifikasi [8] pada beban dan jarak lintasan yang sama. Hasilnya terlihat bahwa setelah dilakukan modifikasi kecepatan dan kapasitas alat angkut mengalami sedikit penurunan. Kapasitas alat angkut pada transmisi 1 menurun dari 3.463 kg/jam menjadi 3.208 atau menurun sebesar 7,95%, sedangkan pada transmisi 2 menurun dari 5.625 kg/jam menjadi 5.337 kg/jam atau menurun sebesar 5,40%.

4. Kesimpulan

Pengembangan alat angkut TBS kelapa sawit berupa penambahan sistem timbangan dan pencurahan bahan dapat berfungsi dengan baik. Tingkat akurasi sistem timbangan mencapai 97,19%, sedangkan sistem pencurahan bahan efektif digunakan untuk beban dibawah 150 kg.

Pada posisi transmisi 1 rata-rata diperoleh kapasitas sebesar 3.208 kg/jam dengan kecepatan angkut 0,446 m/s, sedangkan pada transmisi 2 rata-rata kapasitas yang dihasilkan adalah 5.337 kg/jam dengan kecepatan angkut 0,741 m/s.

Pengembangan lanjutan pada alat angkut TBS kelapa sawit ini dapat dilakukan pada sistem pencurahan bahan karena efektifitas beban yang dapat diangkat masih rendah.

Ucapan terimakasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai Penelitian Dosen Pemula (PDP) ini pada tahun anggaran 2023.

Referensi

- [1] BPS, *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2021.
- [2] BPS, *Provinsi Kalimantan Barat Dalam Angka*. Pontianak: BPS Provinsi Kalimantan Barat, 2022.
- [3] P. T. Anugrah and A. Wachjar, "Pengelolaan Pemanenan dan Transportasi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Bangun Bandar Estate, Sumatera Utara," *Bul. Agrohorti*, vol. 6, no. 2, pp. 213–220, 2018.
- [4] A. U. Lubis, *Kelapa Sawit (*elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia*. Bandar Kuala: Pusat Penelitian Perkebunan Marihat, 1992.
- [5] D. A. Adetan, L. O. Adekoya, and K. A. Oladejo, "An Improved Pole-and-Knife Method of Harvesting Oil Palms," *Agric. Eng. Int. CIGR Ejournal*, vol. IX, pp. 1–11, 2007.
- [6] R. Fadhil *et al.*, "Evaluasi Kinerja Gerobak Sorong Bermesin Untuk Pengangkutan Tandan Buah Segar Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* jacq.)," *J. Agrotekno*, vol. 17, no. 2, pp. 1–7, 2015.
- [7] F. Nasution, "Uji Kinerja Alat Angkut Tandan Buah Segar Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Secara Mekanis," Universitas Sumatera Utara, 2019.
- [8] Suhendra, F. Nopriandy, and W. Apriani, "Uji Performansi Alat Angkut TBS Kelapa Sawit Menggunakan Penggerak Engine,"

- Laporan Penelitian Internal Poltesa, Sambas, 2022.
- [9] T. H. Panjaitan, “Desain dan simulasi alat pengangkut tandan buah segar kelapa sawit secara mekanis,” Universitas Sumatera Utara, 2017.
- [10] N. Jannah and G. G. Surya, “Pengembangan Alat Transportasi Kelapa Sawit yang dapat Membantu Mengefisienkan Waktu dalam Proses Pemanenan,” *J. Inosains*, vol. 14, no. 1, pp. 21–25, 2019.
- [11] Suhendra, Y. Hardi, F. Nopriandy, and I. Fahrizal, “Rancang Bangun Mesin Perontok Lada (Piper Nigrum L.) Tipe Silinder Perontok Berjaring,” *J. Teknol. Pertan. Andalas*, vol. 24, no. 1, pp. 17–22, 2020.
- [12] L. D. Anjiu and S. Suhendra, “Modifikasi dan Uji Performansi Mesin Perontok Lada dengan Mekanisme Perontok Silinder Berjaring,” *Turbo*, vol. 10, no. 2, pp. 177–185, 2021.
- [13] F. J. Bueche and E. Hecht, *Fisika Universitas, Edisi Kesepuluh, Schaum’s Outlines*. Jakarta: Erlangga, 2006.
- [14] Suhendra, D. R. Pridaningsih, L. Jagat, and F. Nopriandy, “Analisis Kecepatan Putar Silinder Perontok Terhadap Kinerja Mini Power Thresher Hasil Rekayasa UPJA Desa Sungai Kelambu,” *Engine*, vol. 7, no. 2, 2023.
- [15] S. Suhendra and F. Nopriandy, “Analisis Penggunaan Batu Serpih sebagai Media Penyimpan Panas pada Kolektor Surya,” *Turbo*, vol. 7, no. 2, pp. 125–132, 2018.