

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF DEVELOPED PORTABLE CONVEYORS IN LOADING PALM OIL FRESH FRUIT BUNCHES (FFB)

Yus Witdarko¹⁾, Cipto²⁾, Hariyanto²⁾, Muhamad Rusdi³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian – Universitas Musamus

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik – Universitas Musamus

³⁾Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik – Universitas Musamus

Email : widarko@unmus.ac.id

Abstrak

Proses pemuatan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit ke dalam kendaraan pengangkut di Papua Selatan sebagian besar masih dilakukan secara manual, yang memakan waktu. Studi ini bertujuan untuk membandingkan kinerja konveyor portabel yang dikembangkan dengan konveyor yang dilaporkan dalam penelitian sebelumnya di beberapa parameter operasional. Metode penelitian eksperimental menggunakan pendekatan komparatif untuk mengevaluasi kinerja konveyor portabel yang dikembangkan selama pemuatan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit. Parameter yang dibandingkan meliputi waktu pemuatan, kapasitas angkut, tinggi angkat, dan mobilitas peralatan. Hasil uji menunjukkan bahwa konveyor yang dikembangkan dapat memuat dengan waktu rata-rata 4,08 detik per TBS, atau sekitar 18 ton/jam, lebih cepat daripada konveyor sebelumnya yang membutuhkan waktu 8–12 detik per TBS. Selain meningkatkan kapasitas pemuatan, desain konveyor portabel juga lebih mudah dipindahkan dan dioperasikan dalam berbagai kondisi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain konveyor yang dikembangkan memberikan peningkatan kinerja yang signifikan dan berpotensi menjadi mekanisasi alternatif untuk meningkatkan efisiensi pemuatan TBS di perkebunan kelapa sawit.

Kata Kunci: Konveyor Portabel, Tandan Buah Segar, Kelapa Sawit, Mekanisasi, Analisis Performa.

Abstract

The process of loading Fresh Fruit Bunches (FFB) of oil palm into transport vehicles in South Papua remains largely manual, which is time-consuming. This study aims to compare the performance of the developed portable conveyor with that of conveyors reported in previous studies across several operational parameters. The experimental research method employs a comparative approach to evaluate the performance of the developed portable conveyor during the loading of oil palm Fresh Fruit Bunches (FFB). The parameters compared include loading time, carrying capacity, lifting height, and equipment mobility. The test results show that the developed conveyor can load at an average time of 4.08 seconds per FFB, or around 18 tons/hour, faster than the previous conveyor, which requires 8–12 seconds per FFB. In addition to increasing loading capacity, the portable conveyor design is also easier to move and operate in various field conditions. The results of the study indicate that the developed conveyor design provides significant performance improvements and has the potential to serve as an alternative mechanization to increase the efficiency of FFB loading in oil palm plantations.

Keywords: Portable Conveyor, Fresh Fruit Bunches, Oil Palm, Mechanization, Performance Analysis.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan utama yang memainkan peran penting, khususnya dalam perekonomian Provinsi Papua Selatan dan perekonomian Indonesia secara umum. Keberhasilan sistem produksi tidak hanya ditentukan oleh proses budidaya tetapi juga oleh efisiensi penanganan pasca panen, khususnya selama pemuatan Tandan Buah Segar (TBS) dari Titik Panen (TPH) ke kendaraan pengangkut. Keterlambatan dalam

proses pemuatan dapat memperpanjang waktu transportasi ke pabrik, berpotensi mengurangi kualitas bahan baku dan efisiensi operasional. Oleh karena itu, penerapan mekanisasi pada proses pemuatan merupakan upaya yang banyak dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual [1], [2], [3].

Penelitian sebelumnya tentang mekanisasi pemuatan TBS telah dilakukan. Misalnya, Fachri dan Muslem mengembangkan

konveyor portabel untuk membantu pemuatan TBS ke kendaraan pengangkut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan konveyor mengurangi beban kerja operator dan menyederhanakan proses transfer TBS dibandingkan dengan metode manual. Namun, penelitian ini berfokus pada aspek desain peralatan dan tidak secara komprehensif mengevaluasi peningkatan kinerja pada parameter operasional seperti waktu pemuatan, kapasitas transportasi, dan mobilitas [4]. Krisdiarto dkk. juga mengembangkan mekanisasi dengan mendesain elevator TBS yang dipasang di bak truk dan dilengkapi dengan sistem penghitung otomatis. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi sistem mekanik dan mekatronik dapat meningkatkan pencatatan jumlah tandan buah segar (TBS) sekaligus mempermudah pemuatan. Namun, desain elevator tersebut terpasang tetap pada kendaraan, sehingga membatasi fleksibilitasnya dalam penggunaan di lapangan dibandingkan dengan konveyor portabel yang dapat dipindahkan untuk memenuhi kebutuhan operasional [5].

Penelitian Jojon Soesatrijo tentang mekanisasi panen dan transportasi kelapa sawit menunjukkan bahwa penggunaan peralatan mekanik dapat meningkatkan produktivitas kerja dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Namun, penelitian ini berfokus pada sistem panen dan transportasi secara umum dan belum secara khusus membahas kinerja peralatan pemuatan TBS untuk kendaraan pengangkut [6].

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, masih terdapat keterbatasan penelitian yang secara langsung membandingkan kinerja konveyor portabel yang dikembangkan dengan teknologi pemuatan yang telah dikembangkan sebelumnya. Evaluasi komparatif sangat penting untuk menentukan sejauh mana peningkatan kinerja peralatan berdasarkan parameter terukur, yaitu waktu pemuatan, kapasitas angkut, tinggi angkat, dan kemudahan mobilisasi di lapangan.

Berdasarkan uraian ini, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja konveyor portabel yang dikembangkan dengan beberapa

teknologi mekanisasi yang dilaporkan dalam penelitian sebelumnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan parameter teknis dan operasional, termasuk waktu pemuatan, kapasitas angkut, tinggi angkat, dan mobilitas peralatan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi tentang kelebihan dan keterbatasan masing-masing sistem sebagai dasar untuk mengembangkan teknologi mekanisasi pemuatan TBS yang lebih efektif dan dapat diterapkan di perkebunan kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

A. Unjuk Kerja Konveyor Portabel

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dan komparatif untuk mengevaluasi kinerja konveyor portabel yang dikembangkan selama pemuatan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit. Objek penelitian adalah konveyor portabel dengan panjang lintasan 3 m, tinggi angkat 2,51 m, dan mesin bensin 24 HP. Konveyor ini digunakan untuk memindahkan TBS dari Titik Panen (TPH) ke bak truk. Evaluasi kinerja dilakukan melalui pengujian laboratorium dengan beban simulasi karung pasir 15 dan 25 kg, dan pengujian lapangan dengan TBS seberat 15 dan 30 kg dalam kondisi operasional perkebunan. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data tentang waktu pemuatan, kapasitas angkut, jumlah operator, dan stabilitas proses transfer TBS. Pendekatan eksperimental digunakan karena dapat menggambarkan kinerja aktual peralatan dalam kondisi kerja yang mendekati aplikasi lapangan [7], [8].

Selanjutnya, hasil pengujian dibandingkan dengan tiga penelitian sebelumnya yang mengembangkan teknologi mekanisasi pemuatan Tandan Buah Segar (TBS): konveyor portabel oleh Fachri dan Muslem [1], Elevator Tandan Buah Segar (TBS) oleh Krisdiarto dkk. [2], dan Lift Gunting oleh Jojon Soesatrijo dkk. [3]. Perbandingan

dilakukan berdasarkan beberapa parameter teknis dan operasional, termasuk jenis sistem pemuatan, sumber daya, tinggi pengangkatan, waktu pemuatan, kapasitas angkut, mobilitas peralatan, dan persyaratan operator. Parameter-parameter ini dipilih karena merupakan indikator utama yang umum digunakan untuk mengevaluasi efektivitas peralatan mekanisasi di sektor perkebunan kelapa sawit [9].

Data pengujian dianalisis secara deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata untuk setiap parameter pengujian dan kemudian disajikan dalam tabel perbandingan untuk mengidentifikasi perbedaan kinerja antara konveyor yang dikembangkan dan teknologi yang dilaporkan sebelumnya. Analisis difokuskan pada peningkatan efisiensi proses pemuatan, kapasitas kerja, dan kemudahan operasional sebagai dasar untuk menilai keunggulan konveyor portabel yang dikembangkan.

Gambar 1 menunjukkan model desain tiga dimensi (3D) dan gambar 2 menunjukkan prototipe yang dibuat dan digunakan dalam pengujian lapangan untuk proses pemuatan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit.



Gambar 1. Model konveyor portable



Gambar 2. Prototipe konveyor portabel

Konveyor ini dirancang menggunakan rangka baja dengan dua roda, sehingga mudah dipindahkan ke lokasi pemuatan. Sistem konveyor dilengkapi dengan bucket pengangkut TBS, mekanisme transmisi rantai dan sproket, dan digerakkan oleh motor bensin 24 HP. Pada Gambar 1(b), Anda dapat melihat prototipe yang dioperasikan di lokasi Tempat Pengumpulan Hasil (TPH) untuk mengangkat TBS dari tanah ke bak truk. Desain portabel ini memungkinkan peralatan untuk dipindahkan dan dioperasikan dalam berbagai kondisi medan perkebunan, sehingga mendukung proses pemuatan TBS secara lebih praktis dan efisien.

Tabel 1. Hasil Uji Lapangan

No	Weight FFB (kg)	Number of FFB	Operator	Duration (S)	Average (S/FFB)
1	15-30	12	1	50	4,16
2	15-30	17	2	68	4,00
3	15-30	15	1	61	4,06
4	15-30	20	2	82	4,10

B. Perbandingan Kinerja dengan Penelitian Sebelumnya

Untuk menentukan peningkatan kinerja konveyor yang dikembangkan, dilakukan perbandingan dengan tiga studi sebelumnya yang membahas mekanisasi pemuatan tandan segar kelapa sawit.

Data perbandingan pada Tabel 2 diperoleh dari publikasi ilmiah yang relevan. Perbandingan ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum tentang kinerja sistem konveyor di berbagai studi.

Tabel 2. Perbandingan Parameter Kinerja Konveyor pengangkut TBS

No	Parameter	Fachri & Muslem (2020)	Kirdiarto et al (2025)	Jojon Soesatrijo (2020)	Penelitian ini
1	Type of tool	Portable Conveyor	FFB Elevator	Scissor Lift	Portable Conveyor
2	Drive	Motor DC12V	Electric Motor	hydraulic	Mechanical Motor 24 HP
3	Instant Length	±2,5 m	Vertical	-	±3 m
4	Lifting Height	±1,4 m	±2 m	-	±2,51 m
5	Capacity	46 kg/Single Load	Medium	2-3 tons/Single Load	18 tons/hour
6	Mobility	Portable	Truck-Mounted	Tractor-Mounted	Portable
7	Loading Time	-	±6 FFB/minutes	-	±4,08 SecondsFFB

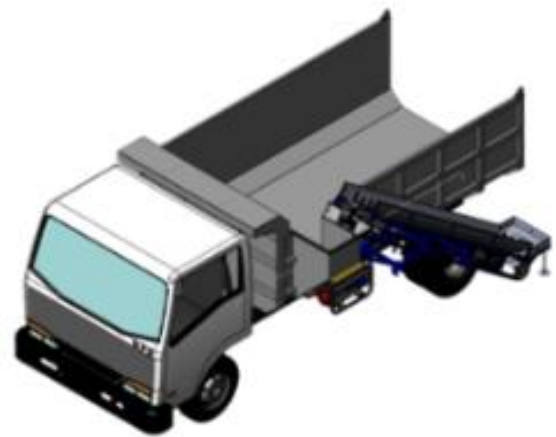
Perlu dicatat bahwa setiap sistem memiliki desain, spesifikasi teknis, dan kondisi pengujian yang berbeda. Oleh karena itu, variasi parameter yang disajikan merupakan konsekuensi dari pendekatan desain dan lingkungan operasional yang berbeda dari setiap studi. Oleh karena itu, tabel ini disajikan sebagai referensi perbandingan untuk menggambarkan posisi relatif dan keunggulan sistem yang dikembangkan, tanpa bermaksud untuk mendiskreditkan hasil studi lain.

Berdasarkan perbandingan ini, sistem konveyor dalam studi ini menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kapasitas pengangkutan dan efisiensi waktu pemuatan, menunjukkan potensi implementasi optimal untuk mendukung mekanisasi pemuatan TBS di lapangan.



Gambar 2. Konveyor Portabel Fachri & Muslem (2020)

Konveyor yang dikembangkan oleh Fachri dan Muslem menggunakan sistem portabel untuk membantu memuat tandan buah segar (TBS). Desain ini lebih sederhana dan dimaksudkan untuk membantu memindahkan buah ke kendaraan pengangkut.



Gambar 3. Elevator Tandan Buah Segar Krisdiarto dkk. (2025)

Elevator Tandan Buah Segar dikembangkan untuk memfasilitasi pemuatan vertikal tandan buah segar (TBS) ke bak truk. Sistem ini mendapat manfaat dari integrasi sensor penghitung tandan buah segar, tetapi perangkat tersebut dipasang secara permanen pada kendaraan, sehingga dapat bergerak bersama kendaraan.



Gambar 4. Lift Gunting Jojon Soesatrijo dkk. (2020)

Penelitian Jojon Soesatrijo dkk. mengembangkan mekanisasi lift gunting untuk mendukung panen dan pengangkutan tandan buah segar (TBS). Penelitian ini berfokus pada peningkatan efisiensi panen dan pengangkutan, bukan secara khusus pada sistem pemuatan ke kendaraan pengangkut. Oleh karena itu, parameter yang dapat dibandingkan terutama berkaitan dengan produktivitas dan penerapan mekanisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konveyor portabel yang dikembangkan secara efektif mendukung proses pemuatan TBS, dengan waktu pemuatan rata-rata 4,08 detik per TBS dan kapasitas pemuatan sekitar 18 ton per jam. Kinerja ini dicapai melalui kombinasi desain mekanis, sistem transmisi, dan mesin bensin 24 HP yang disesuaikan dengan kebutuhan operasional di lapangan. Lebih lanjut, panjang lintasan konveyor sekitar 3 m dan tinggi angkat 2,51 m memungkinkan TBS dipindahkan langsung ke bak truk, menghasilkan proses pemuatan yang lebih lancar dan berkelanjutan.

Jika dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya, jelas bahwa setiap teknologi memiliki karakteristik dan tujuan pengembangan yang berbeda. Konveyor portabel yang dikembangkan oleh Fachri dan Muslem (2020), Elevator TBS oleh Kirdiarto

dkk. (2025), dan Scissor Lift oleh Jojon Soesatrijo (2020) dirancang untuk memenuhi kebutuhan operasional sesuai dengan kondisi pengujian dan pendekatan teknik masing-masing. Oleh karena itu, perbedaan kinerja yang ditunjukkan pada Tabel 2 tidak boleh diartikan sebagai ukuran keunggulan satu sistem atas sistem lain, tetapi lebih mencerminkan perbedaan dalam konsep desain, spesifikasi teknis, sumber daya, dan lingkungan operasional tempat sistem tersebut dikembangkan.

Dalam konteks ini, hasil penelitian ini memberikan alternatif desain yang meningkatkan fleksibilitas untuk penggunaan di lapangan. Sifat portabelnya memungkinkan konveyor dipindahkan ke beberapa titik panen (TPH) tanpa memerlukan modifikasi pada kendaraan pengangkut. Fleksibilitas ini sangat penting, mengingat lokasi panen dan kondisi medan yang umumnya bervariasi di perkebunan kelapa sawit. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan diharapkan menjadi pilihan teknologi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan operasional di berbagai kondisi perkebunan.

Namun, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Proses memasukkan TBS ke dalam ember konveyor masih manual, sehingga produktivitas sistem masih dipengaruhi oleh kecepatan operator. Selain itu, pengujian dilakukan dalam kondisi operasional tertentu, yang memerlukan evaluasi lebih lanjut di berbagai kondisi medan, variasi ukuran TBS, dan skala operasional yang lebih luas untuk mendapatkan gambaran kinerja yang lebih komprehensif.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan teknologi pemuatan TBS mekanis. Integrasi sistem pemberian pakan otomatis, sensor penghitung tandan buah segar (TBS), sistem penimbangan dinamis, dan teknologi *Internet of Things (IoT)*

berpotensi meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mendukung digitalisasi proses logistik di perkebunan kelapa sawit.

KESIMPULAN

Kesimpulan Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menguji kinerja konveyor portabel sebagai solusi mekanisasi untuk memuat Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit. Berdasarkan hasil uji lapangan, sistem yang dikembangkan mencapai waktu pemuatan rata-rata 4,08 detik per TBS dan kapasitas pemuatan sekitar 18 ton/jam. Kinerja ini didukung oleh kombinasi desain mekanis, mesin bensin 24 HP, panjang jalur konveyor 3 m, dan tinggi pengangkatan 2,51 m, yang memungkinkan transfer TBS ke bak truk yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Perbandingan dengan beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konveyor portabel yang dikembangkan menawarkan pendekatan mekanisasi alternatif, yang dicirikan oleh kapasitas angkut yang tinggi, waktu pemuatan yang singkat, dan mobilitas yang baik. Perbedaan kinerja yang diamati harus dipahami dalam konteks perbedaan tujuan pengembangan, spesifikasi teknis, dan kondisi pengujian di berbagai penelitian. Oleh karena itu, hasil penelitian ini melengkapi pengembangan teknologi mekanisasi pemuatan TBS yang ada dan memperluas pilihan solusi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan operasional di perkebunan kelapa sawit.

Secara keseluruhan, konveyor portabel yang dikembangkan menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi pemuatan Tandan Buah Segar (TBS) dan mendukung implementasi mekanisasi dalam kegiatan panen dan transportasi di perkebunan kelapa sawit. Penelitian lebih lanjut direkomendasikan untuk melakukan pengujian di bawah berbagai kondisi operasional dan dalam skala yang lebih luas, serta mengintegrasikan teknologi otomatisasi,

seperti sistem pemberian pakan otomatis, sensor penghitung TBS, dan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things (IoT)*, untuk meningkatkan produktivitas dan mendukung transformasi menuju perkebunan kelapa sawit yang lebih modern dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) atas dukungan pendanaan melalui program hibah penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Fachri and M. Muslem, "Konveyor Portable Pemuat Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit ke Kendaraan Pengangkut," *J-Innovation*, vol. 9, no. 1, 2020.
- [2] A. W. Krisdiarto *et al.*, "Preliminary Design of Oil Palm Fresh Fruit Bunch Elevator Attached to Truck Bed," 2025.
- [3] M. A. Jojon Soesatrijo *et al.*, "Development of Harvesting and Transportation Machine for Oil Palm Plantation," 2020.
- [4] M. Z. M. Yusoff *et al.*, "Development of Integrated Loose Fruit Collector Machine for Oil Palm Plantation," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 9, no. 6, pp. 2483–2492, 2020.
- [5] T. X. Ng *et al.*, "Design of Scraper Conveyor for Palm Oil Mills Industry," *Research in Progress on Mechanical and Manufacturing Engineering*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [7] F. A. Akendola, C. A. Komolafe, A. A. Ankrah, and O. O. Yemoh, "Assessment of Operating Parameters and Economic

Viability of a Mechanized Oil Palm Harvester Using Experimental Design,” *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, vol. 12, no. 123, pp. 201–218, 2025.

- [8] A. N. Oyediji, U. A. Umar, L. S. Kuburi, and A. A. Edet, “Development and Performance Evaluation of an Oil Palm Harvesting Robot for the Elimination of Ergonomic Risks Associated with Oil Palm Harvesting,” *Journal of Agricultural Engineering*, vol. 53, no. 3, 2022.
- [9] T. A. Pawitra, R. Al Khairi, and D. Widada, “The Ergonomic Risk Evaluation of Work Posture for Oil Palm Harvest Workers in Large Plantations Using SNI 9011:2021,” *Journal of Integrated System*, vol. 7, no. 2, pp. 211–222, 2024.
- [10] P. Sukapto, D. Prakoso, M. R. Paruhum, and S. F. Winata, “Design of an Ergonomic Prototype for Oil Palm Harvesting and Post-Harvesting Aid to Reduce the Risk of Musculoskeletal Disorders,” *Jurnal Improsci*, vol. 2, no. 6, pp. 339–356, 2025.