

**MODIFIKASI SISTEM MEKANIS DAN RANGKA PEMANEN
PADA MESIN PEMANEN TBS (TANDAN BUAH SEGAR)
KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS*) E-BHAR (*ELECTRIC
BUNCH HARVESTER*)**

BISMAR ADHILUHUNG



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Modifikasi Sistem Mekanis dan Rangka Pemanen pada Mesin Pemanen TBS (Tandan Buah Segar) Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) E-Bhar (*Electric Bunch Harvester*)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Bismar Adhiluhung
F1401201014



ABSTRAK

BISMAR ADHILUHUNG. Modifikasi Sistem Mekanis dan Rangka Pemanen pada Mesin Pemanen TBS (Tandan Buah Segar) Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) E-Bhar (*Electric Bunch Harvester*). Dibimbing oleh SAM HERODIAN.

Perkebunan kelapa sawit merupakan sektor perkebunan yang sudah sangat dikenal sebagai sektor yang memiliki nilai jual yang sangat tinggi sebagai sektor penghasil minyak nabati. Permintaan minyak nabati yang besar menjadi salah satu masalah yang harus dapat diselesaikan. Proses pemanenan tradisional yang masih kurang efektif menjadi salah satu faktor penghambat meningkatnya produktivitas minyak kelapa sawit yang dihasilkan. Salah satu metode yang dapat memecahkan masalah tersebut ialah dengan cara mekanisasi pemanenan kelapa sawit. Penggunaan mesin pemanen kelapa sawit *Electric Bunch Harvester* diharapkan dapat meningkatkan produktivitas kelapa sawit di Indonesia. Pada penerapannya, mesin pemanen ini masih memiliki banyak ruang yang dapat ditingkatkan. Modifikasi rangka dan sistem mekanis pada mesin pemanen kelapa sawit berpotensi meningkatkan efektivitas mesin pemanen kelapa sawit dalam melakukan pemanenan. Modifikasi rangka bertujuan menjadikan rangka mesin pemanen kelapa sawit menjadi lebih kuat untuk melakukan kerja yang lebih berat. Hasil modifikasi rangka disimulasi dengan metode *finite element analysis* menggunakan perangkat lunak Solidworks 2023 untuk melihat analisis *von mises stress*, analisis deformasi, dan faktor keamanannya. Hasil simulasi berhasil membuktikan bahwa rangka pemanen modifikasi memiliki kekuatan yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan rangka pemanen sebelum dimodifikasi. Serta modifikasi sistem mekanis aktuator menggunakan sistem hidrolik meningkatkan waktu secara signifikan dibandingkan menggunakan aktuator elektrik.

Kata kunci: *finite element analysis*, kelapa sawit, mesin pemanen, modifikasi, sistem mekanis

ABSTRACT

BISMAR ADHILUHUNG. Modification of the Mechanical System and Harvester Frame in the Fresh Fruit Bunch (FFB) Palm Oil (*Elaeis guineensis*) E-Bhar (Electric Bunch Harvester) Machine. Supervised by SAM HERODIAN.

The palm oil plantation sector is widely recognized as a highly valuable industry, serving as a major producer of vegetable oil. The high demand for vegetable oil presents a significant challenge that must be addressed. The inefficiency of traditional harvesting methods is one of the key factors hindering the increase in palm oil productivity. One approach to solving this issue is through the mechanization of palm oil harvesting. The use of the Electric Bunch Harvester is expected to enhance palm oil productivity in Indonesia. However, in its application, this harvesting machine still has significant room for improvement. The modification of the harvester frame and mechanical system has the potential to enhance the efficiency of palm oil harvesting. The purpose of modifying the frame is to strengthen the harvester structure, enabling it to handle heavier workloads. The modified frame was simulated using the finite element analysis method with SolidWorks 2023 software to evaluate von Mises stress analysis, deformation analysis, and safety factors. The simulation results confirmed that the modified harvester frame possesses significantly greater strength compared to the original frame. Additionally, modifying the actuator system by utilizing a hydraulic system significantly improves operation time compared to using an electric actuator.

Keywords: finite element analysis, harvesting machine, mechanical system, modification, palm oil

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**MODIFIKASI SISTEM MEKANIS DAN RANGKA PEMANEN
PADA MESIN PEMANEN TBS (TANDAN BUAH SEGAR)
KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS*) E-BHAR (*ELECTRIC
BUNCH HARVESTER*)**

BISMAR ADHILUHUNG

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Agus Sutejo, M.Si.
2. Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr.

Judul Skripsi : Modifikasi Sistem Mekanis dan Rangka Pemanen pada Mesin
Pemanen TBS (Tandan Buah Segar) Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) E-Bhar (*Electric Bunch Harvester*)

Nama : Bismar Adhiluhung

NIM : F1401201014

Disetujui oleh

Pembimbing:

Dr. Ir. Sam Herodian, M.S., IPU, APEC Eng.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. Edy Hartulistiyo, M.Sc.Agr

NIP. 196325041989011001

Tanggal Ujian:
2 September 2025

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Topik utama yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2024 sampai bulan Februari 2025 ini ialah modifikasi rangka dan sistem mekanis pada mesin pemanen TBS kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) E-Bhar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Dr. Ir. Sam Herodian, M.S., IPU, APEC Eng. yang telah membimbing dan membantu jalannya penelitian penulis sampai akhir.
2. Dr.Ir. Agus Sutejo, M. Si., Dr. Ir. Lilik Pujantoro Eko Nugroho, M.Agr., Ibu Kania Amelia Safitri, S.T, M.T selaku dosen penguji dan moderator yang sudah mengarahkan dalam penyelesaian penulisan tugas akhir penulis.
3. Kedua orang tua, Ibu (Faridha), Ayah (Chairul Anam), dan kedua Kakak (Rian Andini & Rosa Eliviani) yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga penelitian penulis dapat diselesaikan.
4. Teknisi Lab. Motor Bakar, Pak Udin, dan teman-teman di bengkel yang senantiasa membantu dan mendampingi pengerjaan tugas akhir penulis.
5. Seluruh tenaga pendidik Departemen Teknik Mesin dan Biosistem yang senantiasa membantu kegiatan perkuliahan penulis.
6. Kolega-kolega perkuliahan TMB 57 (Meister) yang telah menemani penulis melewati banyak masa senang maupun masa sulit.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Maret 2025

Bismar Adhiluhung



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i>)	4
2.1.1 Pemanenan Kelapa Sawit	4
2.1.2 Kualitas CPO (<i>Crude Palm Oil</i>)	5
2.2 Mesin Pemanen TBS	5
2.3 Aktuator	7
2.4 <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	7
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Penelitian	10
3.3.1 Identifikasi Masalah	11
3.3.2 Analisis Rangka dan Sistem Mekanis Mesin	12
3.3.3 Analisis Desain	12
3.3.4 Gambar Teknik	13
3.3.5 Simulasi <i>Finite Element Analysis</i> (FEA)	16
3.3.6 Pembuatan Rangka dan Sistem Mekanis Baru	19
3.3.7 Pengujian Fungsional Aktuator dan Gerakan Rangka Pemanen	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Perbandingan Simulasi FEA	21
4.1.1 Analisis <i>Von Mises Stress</i>	21
4.1.2 Analisis Deformasi	24
4.1.3 Analisis <i>Factor of Safety</i>	26
4.2 Perbandingan Waktu Gerakan Aktuator	29
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32



DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	44

DAFTAR TABEL

1 Sifat bahan AISI 304	19
2 Aktuator hidrolik penjepit bawah	29
3 Aktuator elektrik penjepit bawah	29
4 Aktuator penggerak <i>scissor</i>	30
5 Aktuator penggerak penjepit pohon atas	30

DAFTAR GAMBAR

1 Luka pada brondolan sawit	2
2 Pemanen TBS E-Bhar	6
3 Bagian-bagian pemanen E-Bhar (1) scissor engsel untuk penjepit atas, (2) penjepit pohon, (3) keranjang TBS, dan (4) aktuator elektrik	7
4 Simulasi <i>von mises stress</i>	8
5 Simulasi deformasi	9
6 Simulasi <i>factor of safety</i>	9
7 Diagram alir penelitian	11
8 Silinder untuk menggerakkan penjepit pohon bagian bawah	13
9 Silinder penggerak maju mundur penjepit pohon bagian atas	13
10 Silinder buka tutup penjepit pohon bagian atas	14
11 Silinder buka tutup penjepit pohon bagian bawah	14
12 Silinder maju mundur penjepit pohon bagian atas	15
13 Silinder maju mundur penjepit pohon bagian bawah	15
14 Pemasangan gambar tiga dimensi kedua jenis silinder pada penjepit pohon bagian bawah	16
15 Pemasangan gambar tiga dimensi kedua jenis silinder pada penjepit pohon bagian atas	16
16 Rangka pivot pemanen	17
17 <i>Scissor</i> penggerak	17
18 Instalasi silinder dan dudukannya	19
19 Hasil analisis <i>von mises stress</i> pada rangka pivot modifikasi	21
20 Hasil analisis <i>von mises stress</i> pada rangka pivot sebelum modifikasi	21
21 Hasil analisis <i>von mises stress</i> pada <i>scissor</i> penggerak modifikasi	23
22 Hasil analisis <i>von mises stress</i> pada <i>scissor</i> penggerak sebelum modifikasi	23
23 Analisis deformasi rangka pivot modifikasi	24
24 Analisis deformasi rangka pivot sebelum modifikasi	24
25 Analisis deformasi <i>scissor</i> penggerak modifikasi	25

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

26 Analisis deformasi <i>scissor</i> penggerak sebelum modifikasi	25
27 Analisis <i>factor of safety</i> rangka pivot setelah modifikasi	26
28 Analisis <i>factor of safety</i> rangka pivot sebelum modifikasi	27
29 Analisis <i>factor of safety scissor</i> penggerak setelah modifikasi	28
30 Analisis <i>factor of safety scissor</i> penggerak sebelum modifikasi	28

DAFTAR LAMPIRAN

1 Gambar teknik dudukan aktuator dan silinder hidrolik	36
--	----



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.