

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA PROTOTIPE SISTEM PENGGANDENGAN *TRAILER* PADA TRAKTOR TANGAN DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI

WAHAB CHAYYI FANANI



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

- 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 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 “Rancang Bangun dan Uji Kinerja Prototipe Sistem Penggandengan *Trailer* pada Traktor Tangan dengan Pendekatan Ergonomi” 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

Wahab Chayyi Fanani
F1401211057

- 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.



ABSTRAK

WAHAB CHAYYI FANANI Rancang Bangun dan Uji Kinerja Prototipe Sistem Penggandengan Trailer pada Traktor Tangan Dengan Pendekatan Ergonomi. Dibimbing oleh DESRIAL.

Penggunaan traktor tangan dengan *trailer* sebagai alat angkut hasil pertanian telah meningkat karena efisiensinya, namun menimbulkan permasalahan ergonomi yang signifikan. Permasalahan utama mencakup kesulitan operator dalam mengendalikan traktor saat berbelok, postur tubuh yang tidak ergonomis, serta posisi duduk yang tidak dapat disesuaikan terhadap variasi ukuran traktor dan postur tubuh operator. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancang bangun dan pengujian kinerja *trailer* tipe *pivot* dengan *adjustable telescopic frame* berbasis pendekatan ergonomi guna mengatasi permasalahan tersebut. Proses penelitian terdiri dari tahap desain, manufaktur, uji fungsional, dan uji kinerja ergonomis. *Trailer* dirancang dengan sistem *telescopic frame* pada rangka tarik dan dudukan operator yang dapat disesuaikan. Sistem roda bantu dan pegas ditambahkan untuk meningkatkan stabilitas dan meredam getaran saat pengoperasian. Pengujian dilakukan dengan traktor tangan Yanmar YZC-L pada lintasan lurus, belok 45°, dan belok 90° di jalan aspal dan lahan pertanian. Tiga operator laki-laki dengan ukuran tubuh berdasarkan persentil 5, 50, dan 95 digunakan sebagai subjek uji.

Data dikumpulkan melalui perekaman video, diolah dengan perangkat lunak Kinovea, dan dianalisis menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dan *Range of Motion* (ROM). Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa seluruh komponen *trailer* berfungsi baik. Roda bantu dan sistem pegas berhasil meningkatkan kenyamanan dan kestabilan kendaraan di berbagai jenis permukaan dan saat bermanuver. Analisis RULA menunjukkan bahwa postur kerja operator saat lintasan lurus memperoleh skor 1–2 (risiko rendah), sedangkan saat berbelok mendapat skor 3–4 (memerlukan investigasi lebih lanjut). Hasil ROM menunjukkan bahwa pergerakan sebagian besar masih dalam batas aman (zona 0 dan 1), namun terdapat beberapa gerakan ekstrem saat belok.. Dengan desain yang dapat disesuaikan dan memperhatikan aspek ergonomi, *trailer* tipe *pivot adjustable telescopic frame* terbukti dapat meningkatkan kenyamanan, efisiensi, serta mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal bagi operator. Sistem ini sangat potensial untuk diterapkan secara luas pada praktik pertanian di Indonesia yang menggunakan traktor tangan.

Kata kunci: *range of motion*, *rapid upper limb assessment*, *telescopic frame*, *trailer pivot*, traktor tangan

ABSTRACT

WAHAB CHAYYI FANANI. Design, Construction and Performance Testing of Prototype Trailer Hitch System for a Hand Tractor with an Ergonomic Approach. Supervised by DESRIAL.

The use of hand tractors with *trailers* has increased in agricultural transportation due to its efficiency. However, it also presents ergonomic challenges, such as difficulty in controlling the tractor during turns and poor operator posture, which can lead to fatigue and injury. This study aimed to design, construct, and evaluate the performance of a *pivot-type trailer* coupling system equipped with an adjustable *telescopic frame*, using an ergonomic approach to address these issues. The research involved stages of technical design, manufacturing, functional testing, and ergonomic performance testing. The *trailer* was developed with a *telescopic* adjustment system on both the main *frame* and operator seat, allowing adaptation to different tractor sizes and operator anthropometry. Auxiliary wheels and springs were added to improve stability and reduce vibration during operation. Field tests were conducted using a Yanmar YZC-L hand tractor on straight, 45°, and 90° turn paths across asphalt and agricultural land. Three male operators representing the 5th, 50th, and 95th percentile of Indonesian anthropometric data were involved.

Data were collected via video recordings, analyzed with Kinovea software, and evaluated using Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Range of Motion (ROM). Functional tests showed that all components operated effectively. The auxiliary wheels and spring system significantly improved stability and comfort on varied terrains and during turning maneuvers. RULA analysis revealed a score of 1–2 (low risk) for straight paths and 3–4 (moderate risk, requiring further investigation) for turning operations. ROM results indicated most movements remained within safe zones (zones 0 and 1), though some extreme postures occurred during tight turns. The adjustable *telescopic frame pivot trailer*, designed with ergonomic considerations, effectively enhances operator comfort, control, and overall efficiency, while reducing the risk of long-term musculoskeletal disorders. This system demonstrates strong potential for wider application in Indonesian agricultural practices involving hand tractors

Keywords: hand tractor, pivot trailer, range of motion, rapid upper limb assessment, telescopic frame.

- 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 2025
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.



RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA PROTOTIPE SISTEM PENGGANDENGAN *TRAILER* PADA TRAKTOR TANGAN DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI

WAHAB CHAYYI FANANI

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 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 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. Wawan Hermawan, MS

2. Prof. Dr. Ir. M Faiz Syuaib, M.Agr



Judul Skripsi : Rancang Bangun dan Uji Kinerja Prototipe Sistem Penggandengan
Trailer pada Traktor Tangan dengan Pendekatan Ergonomi

Nama : Wahab Chayyi Fanani
NIM : F1401211057

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Desrial, M.Eng.



Digitally signed by:
Desrial

Date: 27 Agu 2025 13:27:59 WIB
Verify at design.ipb.ac.id

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Edy Hartulistiyo, M.Sc.Agr.
NIP 196307201986011002



Digitally signed

design.ipb.ac.id



Tanggal Ujian:
15 Agustus 2025

Tanggal Lulus:
(tanggal penandatanganan oleh Dekan
Fakultas/Sekolah ...)



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2025 sampai bulan Juni 2025 ini ialah mekanisme pertanian , dengan judul “Rancang Bangun dan Uji Kinerja Adjustable *Telescopic Frame Trailer* Tipe *Pivot* Traktor Tangan dengan Pendekatan Ergonomi”. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga besar yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.
2. Prof. Dr. Ir. Desrial, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam penyelesaian karya tulis ini.
3. Dr. Ir. Wawan Hermawan, MS, dan Prof. Dr. Ir. M Faiz Syuaib, M.Agr selaku dosen penguji dan Kania Amelia Safitri, S.T., M.T. selaku dosen moderator yang telah memberikan masukan terhadap hasil penelitian sehingga dapat menyempurnakan karya tulis ini.
4. Pak Firman, Bang Yayan, dan semua staf yang ada di Leuwikopo yang membantu dalam pelaksanaan penelitian.
5. Ruhul,Yudhis.Mahbub, Aldera sahabat Metanium serta teman Angkatan RESONANCE 58 yang selalu menemani dan membantu.
6. Nurfikah Salwa yang sudah selalu mendukung dan memberi semangat.

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

Bogor, Agustus 2025

Wahab Chayyi Fanani



DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sistem Penggandengan pada Traktor Roda Dua Tipe <i>Pivot</i>	3
2.2 Pendekatan Ergonomi dalam Perancangan Posisi Duduk Operator	4
2.3 <i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA)	4
2.4 Antropometri	5
2.5 Selang Alami Gerakan (SAG)	5
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
3.4 Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 <i>Bill of Material</i> (BOM)	16
4.2 Pengadaan Alat dan Bahan	16
4.3 Proses Manufaktur	17
4.4 Uji Fungsional	28
4.5 Uji Kinerja	31
V SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	45
RIWAYAT HIDUP	67

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 TABEL

1	Lambang notasi untuk perlakuan	12
2	Selang gerak dari beberapa zona gerakan	14
3	Rekapitulasi biaya akhir pembuatan <i>trailer</i>	17
4	Uji fungsional komponen <i>trailer</i>	28
5	Radius belok <i>trailer</i> termodifikasi	33
6	Radius putar <i>trailer</i> konvensional	34
7	Hasil analisis SAG operator pada pengoperasian (<i>trailer</i> termodifikasi)	36
8	Hasil analisis SAG operator pada pengoperasian (<i>trailer</i> tipe <i>pivot</i>)	36
9	Hasil skor RULA pada berbagai tipe <i>trailer</i>	39
10	Tinggi lipat dalam lutut (<i>popliteal</i>) dan tinggi desain tempat duduk	40

DAFTAR GAMBAR

1	Penggandeng tipe <i>pivot</i> (Lestari 2018)	3
2	Sistem <i>telescopic frame</i> . a) Rangka tarik b) Dudukan operator	3
3	Posisi tempat duduk operator	4
4	Antropometri tubuh manusia (Syuaib 2015a)	5
5	Diagram alir Penelitian	8
6	Bagan alir uji kinerja pendekatan ergonomi	10
7	Lintasan pengujian pengoperasian <i>trailer</i> .	11
8	Variasi <i>range of motion</i> bagian 1 (Openshaw dan Taylor 2006)	13
9	Variasi Range of Motion bagian 2 (Sanders dan McCornick 1993)	13
10	Bagan kesimpulan prosedur kerja RULA (Syuaib 2015b)	15
11	Roda bantu belok	16
12	a) Pegas tarik roda; b) Desain garpu roda belok	17
13	a) Rangka tarik; b) Rangka <i>telescopic</i> ; c) Desain teknik <i>telescopic frame</i>	18
14	Sistem roda bantu dan pegasnya: a) Garpu roda bawah dan b) Garpu roda atas	20
15	Sistem penggandeng <i>pivot</i>	20
16	Rangka <i>telescopic</i> setelah pengeboran	21
17	Proses assembling : a) Komponen <i>trailer</i> setelah manufaktur; b)Setelah proses <i>assembling</i>	21
18	Modifikasi desain: a) Desain roda bantu Akhzan 2018; b) Desain roda bantu modifikasi	24
19	Hitch penghubung <i>box trailer</i> terangkat	24
20	Desain rangka penghubung	25
21	<i>Hitch</i> setelah dimodifikasi	25
22	Hasil simulasi <i>von mises stress</i> pada struktur rangka penghubung	26
23	Hasil simulasi <i>von mises stress</i> pada struktur poros rangka	27
24	Hasil simulasi <i>von mises stress</i> pada struktur poros rangka (garpu)	27
25	Prototipe <i>trailer</i> tipe <i>pivot</i>	29
26	Postur operator dalam menjangkau tuas kendali traktor	31



27	Uji stabilitas: a) Gundukan lahan; b) Gundukan aspal	32
28	Uji stabilitas belok 90°: a) Lahan pertanian; b) Jalan aspal	32
29	Pengukuran radius belok traktor roda dua dan <i>trailer</i>	33
30	Selang gerak operator A di jalan beraspal tampak samping. a) Lurus; b) Belok 45°; c) Belok 90°	34
31	Hasil analisis RULA operator A	37
32	Hasil analisis RULA operator B	38
33	Hasil analisis RULA operator C	38
34	Mekanisme <i>adjustable</i> pada dudukan kaki operator	40

DAFTAR LAMPIRAN

1	Alat dan Bahan yang digunakan	45
2	<i>Rapid Upper Limb Assessment (RULA) workshee</i>	46
3	Data Antropometri Petani Indonesia	47
4	Data antropometri operator	48
5	Data dimensi traktor Yanmar YZC-L ukuran traktor dan <i>trailer</i>	49
6	Ukuran panjang dan tinggi traktor	50
7	<i>Bills of materials</i>	51
8	Daftar harga bahan non material	53
9	Daftar pemotongan bahan material	54
10	Hasil analisis RULA pada operator	55
11	Hasil Analisis Selang Gerak Alami (SAG) pada operator	56
12	Perhitungan kesetimbangan momen pada rangka tarik	57
13	Perhitungan momen awal pada bearing poros roda bantu	58
14	Gambar Isometri	59
15	Gambar Assembly	60
16	<i>Horizontal telescopic frame</i>	61
17	Rangka Tarik	62
18	<i>Vertical telescopic frame 1</i>	63
19	<i>Vertical telescopic frame 2</i>	64
20	Garpu poros belok	65
21	Garpu poros roda	66

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.