

**OPTIMASI DESAIN *CHASSIS* TRAKTOR MINI PERKEBUNAN KAPASITAS
ANGKUT 750 KG DENGAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY***

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK KONSTRUKSI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**MUHAMAD ILYAS
NIM. 145060201111069**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI DESAIN *CHASSIS* TRAKTOR MINI PERKEBUNAN
KAPASITAS ANGKUT 750 KG DENGAN *RESPONSE SURFACE
METHODOLOGY***

SKRIPSI

TEKNIK MESIN KONSENTRASI TEKNIK KONSTRUKSI

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



MUHAMAD ILYAS
NIM. 145060201111069

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 6 Juli 2018

DOSEN PEMBIMBING I

Dr.Eng. Moch. Agus Choiron, ST., MT.
NIP 19720817 200003 1 001

Mengetahui,
KETUA PROGRAM STUDI S1



Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.
NIP 19740930 200012 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas didalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak pernah terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 4 Juni 2018

Mahasiswa,



Muhamad Ilyas
NIM. 145060201111069

TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 071/UN10.F07.12.21/PP/2018

Sertifikat ini diberikan kepada :

MUHAMAD ILYAS

Dengan Judul Skripsi :

**OPTIMASI DESAIN CHASSIS TRAKTOR MINI PERKEBUNAN KAPASITAS ANGKUT 750
Kg DENGAN RESPONSE SURFACE METHODOLOGY**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal **05 JUNE 2018**

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D
NIP. 19670518 199412 1 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin

Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.
NIP. 19740930 200012 1 001

JUDUL SKRIPSI:

**OPTIMASI DESAIN *CHASSIS* TRAKTOR MINI PERKEBUNAN KAPASITAS
ANGKUT 750 KG DENGAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY***

Nama Mahasiswa : Muhamad Ilyas
NIM : 145060200111069
Program Studi : Teknik Mesin
Minat : Teknik Konstruksi

KOMISI PEMBIMBING

Pembimbing I : Dr.Eng. Moch. Agus Choiron, ST., MT.

TIM DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji 1 : Ir. Djarot B. Darmadi, MT., Ph.D
Dosen Penguji 2 : Moch. Syamsul Ma'arif, ST., MT
Dosen Penguji 3 : Bayu Satria Wardana, ST., M.Eng

Tanggal Ujian : 31 Mei 2018
SK Penguji : 1172/UN10.F07/SK/2018

Dengan menyebut nama ALLAH yang maha pengasih lagi maha penyayang saya mengucapkan terimakasih kepada ibu dan ayah serta abang yusuf, akbar dan farhan karena telah menjadi penyemangat dalam pengerjaan skripsi saya.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah atas segala limpahan karunia Allah Subhanallahu Wa Ta'ala berkat Ridho-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Optimasi Desain Chassis Traktor Mini Perkebunan Kapasitas Angkut 750 Kg dengan Response Surface Methodology**” dengan baik dan tepat waktu. Tidak lupa juga penulis haturkan shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi Wa Sallam, beserta keluarganya, para sahabatnya dan semua umatnya yang selalu istiqomah sampai akhir zaman.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu, sudah seharusnya penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak H. Hermanto dan Ibu Hj. Lilis suryati yang tak pernah ada hentinya mendoakan, memberi motivasi dan semangat kepada penulis.
2. Ir. Djarot B. Darmadi, MT., PhD dan Teguh Dwi Widodo, ST., M.Eng., PhD selaku Ketua Jurusan dan Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya yang telah membantu kelancaran proses administrasi.
3. Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
4. Dr. Eng. Yudy Surya Irawan, ST., M. Eng. selaku Ketua Kelompok Jabatan Fungsional Konsentrasi Teknik Konstruksi.
5. Dr. Eng. Moch Agus Choiron, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberi banyak pengetahuan, bimbingan, dan motivasi selama penyusunan skripsi.
6. Ir. Djarot B. Darmadi, MT., PhD, Bayu Satria Wardana, ST.,M.Eng dan Moch. Syamsul Ma'arif, ST.,MT selaku majelis penguji dalam ujian sarjana/komprehensif yang telah memberikan pengembangan dalam berfikir dan mental.
7. Dosen pengajar dan Staf Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
8. Abang tercinta, Muhamad Yusuf yang terkadang mentransfer uang sehingga dapat membantu roda perekonomian penulis.
9. Kedua adik tercinta, Muhamad Akbar yang sedang berjuang mencari perguruan tinggi terbaik untuk hidupnya dan Muhamad Farhan yang berjuang juga untuk mencari SMP favorit. Keduanya membuat penulis selalu termotivasi dalam proses pengerjaan skripsi.
10. Teman Dikala Tua : Romy, Arief, Putri, Azlan, Ojik, Panges, Dodo dan Fahri.

11. Kawan ngopi “KINGDOM” : Fadil, Isfan, Romy, Reza, Obi, Dhyan, Diqi, Abo, Dana, Satrio, Topan, Feyzar dan Hilmi.
12. Kawan konstruksi : Fadil, Isfan, Panges, Tri, Mea, Ardi, Tary dan Amir yang telah menemani berjuang di konsentrasi Teknik Konstruksi.
13. Keluarga Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem periode 2017-2018, Dr. Eng. Moch Agus Choiron, ST., MT. selaku Kepala Laboratorium, Dr. Eng. Sofyan Arief Setyabudi, ST., M.Eng., dan Nafisah Arina Hidayati, ST., M.Eng. selaku Member Laboratorium dan Teman-teman asisten : Isfan, Ainul, Fitra, Dewi, Yoga, dan Ega.
14. Saudara seperjuangan angkatan M’14 “MAF14” atas semua yang telah kalian berikan dalam pengembangan diri penulis untuk berkuliah di mesin brawijaya ini. Kalian telah mengajarkan penulis tentang hal-hal yaitu terkait; kedewasaan, bekerja dengan ikhlas, kepedulian itu penting, berfikir kritis, keluarga tak harus sedarah, bermanfaat bagi orang lain, dan masih banyak lagi yang tak terutarakan dalam tulisan ini namun telah penulis dapatkan. Terimakasih, Terimakasih dan Terimakasih.
15. Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi.

Akhirul Kalam, penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat berharap kritik dan saran konstruktif demi penyempurnaan karya tulis ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat berguna bagi kita semua sehingga dapat menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut.

Malang, Juli 2018

Penulis.

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 <i>Chassis</i>	5
2.3 Macam – Macam <i>Chassis</i>	6
2.3.1 <i>Ladder frame</i>	6
2.3.2 <i>Monocoque</i>	7
2.3.3 <i>Tubular Space Frame</i>	7
2.3.4 Tulang Punggung (<i>Backbone</i>).....	8
2.4 <i>Vehicle Loading</i>	9
2.5 Analisis Gaya Dalam.....	11
2.6 Tegangan Sederhana	13
2.7 Diagram Tegangan-Regangan	16
2.8 Pembebanan Lentur.....	17
2.9 Teori Kegagalan Material.....	18
2.10 <i>Respon Surface Methodology</i>	19
2.11 <i>Software</i> berbasis FEM	22
2.12 Hipotesis.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Metode Penelitian	24
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.3 Peralatan Penelitian.....	24
3.4 Variabel Penelitian.....	24
3.5 Permodelan Penelitian.....	27
3.5.1 Permodelan Geometri.....	27
3.5.2 Permodelan Material	27
3.5.3 Permodelan Pembebanan	28
3.6 <i>Meshing</i>	29
3.7 <i>Load Setting</i>	29

3.8	Prosedur Penelitian	30
3.9	Prosedur Simulasi pada <i>Software</i> FEM	31
3.9.1	<i>Pre-processing</i>	31
3.9.2	<i>Solution</i>	32
3.9.3	<i>Post-processing</i>	32
3.10	Diagram Alir Penelitian	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1	Distribusi tegangan dan ratio tegangan per massa pada <i>chassis</i> traktor mini.....	34
4.1.1	Pengaruh Sudut Samping <i>Chassis</i> terhadap Ratio Tegangan per Massa ...	38
4.1.2	Pengaruh Tebal Profil <i>Chassis</i> terhadap Ratio Tegangan per Massa	41
4.1.3	Pengaruh Tinggi Profil <i>Chassis</i> terhadap Ratio tegangan per massa.....	44
4.1.4	Pengaruh Lebar Profil <i>Chassis</i> terhadap Ratio tegangan per massa.....	47
4.2	Kriteria Uji lolos pada <i>Chassis</i> Traktor Mini.....	50
4.3	Kondisi Optimum <i>Chassis</i> Traktor Mini dengan <i>RSM</i>	52
BAB V	PENUTUP	54
5.1	Kesimpulan	54
5.2	Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Level yang digunakan (ukuran profil sesuai dengan <i>manufacture values</i> di perusahaan)	26
Tabel 3.2	Rancangan percobaan <i>box-behnken design</i> dengan $k=4$	26
Tabel 3.3	Material Properties <i>Chassis</i>	28
Tabel 4.1	Data Ratio tegangan per massa pada tiap model <i>chassis</i> traktor mini.....	36
Tabel 4.2	Distribusi tegangan pada sampel model yang mengalami peningkatan ukuran sudut.....	39
Tabel 4.3	Distribusi tegangan pada sampel model yang mengalami peningkatan ukuran tebal profil	42
Tabel 4.4	Distribusi tegangan pada sampel model yang mengalami peningkatan ukuran tinggi profil.....	45
Tabel 4.5	Distribusi tegangan pada sampel model yang mengalami peningkatan ukuran lebar profil	48
Tabel 4.6	Status kelayakan tiap model <i>chassis</i>	50
Tabel 4.7	Komparasi model desain <i>chassis</i> traktor mini	52

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
<i>Gambar 2.1</i>	(a) permodelan geometri ½ model dengan <i>software</i> ABAQUS, (b) hasil distribusi tegangan yang terjadi pada <i>chassis</i>	4
<i>Gambar 2.2</i>	<i>Load Setting</i> Model pada <i>chassis</i> dengan bantuan <i>software</i> ANSYS	5
<i>Gambar 2.3</i>	<i>Ladder frame</i>	6
<i>Gambar 2.4</i>	<i>Monocoque chassis</i>	7
<i>Gambar 2.5</i>	<i>Tubular Space Frame</i>	8
<i>Gambar 2.6</i>	<i>Backbone chassis</i>	9
<i>Gambar 2.7</i>	<i>Longitudinal Torsion Deformation Mode</i>	9
<i>Gambar 2.8</i>	<i>Vertical Bending Deformation Mode</i>	10
<i>Gambar 2.9</i>	<i>Horizontal Lozengeing Deformation Mode</i>	10
<i>Gambar 2.10</i>	<i>Lateral Bending Deformation Mode</i>	11
<i>Gambar 2.11</i>	Penampang selidik a-a melalui batang terbebani	11
<i>Gambar 2.12</i>	Komponen pengaruh dalam pada penampang selidik a-a.....	12
<i>Gambar 2.13</i>	Batang mendukung mendukung beban maksimum.....	13
<i>Gambar 2.14</i>	Untuk tegangan merata, P harus melalui titik pusat C.....	14
<i>Gambar 2.15</i>	Ilustrasi distribusi tegangan merata yang terjadi.....	16
<i>Gambar 2.16</i>	Diagram Tegangan-Regangan.....	17
<i>Gambar 2.17</i>	<i>Pure bending of section with two axes of symmetry</i>	18
<i>Gambar 2.18</i>	Tegangan Oktahedral.....	19
<i>Gambar 2.19</i>	Ilustrasi plot permukaan respon	20
<i>Gambar 2.20</i>	Ilustrasi plot kontur <i>Response Surface</i>	20
<i>Gambar 2.21</i>	<i>Central Composite Design (CCD)</i>	21
<i>Gambar 3.1</i>	Dimensi pada <i>chassis</i> traktor mini perkebunan kelapa sawit	27
<i>Gambar 3.2</i>	Lokasi beban dan tumpuan pada <i>chassis</i>	28
<i>Gambar 3.3</i>	<i>Meshing</i> model pada <i>chassis</i> traktor mini perkebunan kelapa sawit.....	29
<i>Gambar 4.1</i>	Distribusi tegangan von mises pada desain <i>chassis</i> model ke-1	34
<i>Gambar 4.2</i>	Tegangan maksimal pada desain <i>chassis</i> model ke-1.....	35
<i>Gambar 4.3</i>	Deformasi yang terjadi pada desain <i>chassis</i> model 1	35
<i>Gambar 4.4</i>	Penampang pada rectangular hollow section	37
<i>Gambar 4.5</i>	Diagram Sudut Samping <i>Chassis</i> terhadap Ratio tegangan per massa.....	38
<i>Gambar 4.6</i>	Diagram luas permukaan penampang atas <i>chassis</i> akibat peningkatan sudut samping	40
<i>Gambar 4.7</i>	Sketsa rangka <i>chassis</i> akibat peningkatan ukuran sudut samping	40
<i>Gambar 4.8</i>	Diagram tebal profil <i>chassis</i> terhadap ratio tegangan per massa	41
<i>Gambar 4.9</i>	Diagram momen inersia penampang akibat peningkatan tebal profil	43
<i>Gambar 4.10</i>	Sketsa peningkatan ukuran tebal profil.....	43
<i>Gambar 4.11</i>	Diagram tinggi profil <i>chassis</i> terhadap ratio tegangan per massa.....	44
<i>Gambar 4.12</i>	Diagram momen inersia penampang akibat peningkatan tinggi profil.....	46
<i>Gambar 4.13</i>	Sketsa peningkatan tinggi profil.....	46
<i>Gambar 4.14</i>	Diagram lebar profil <i>chassis</i> terhadap ratio tegangan per massa	47
<i>Gambar 4.15</i>	Diagram momen inersia penampang akibat peningkatan lebar profil.....	49
<i>Gambar 4.16</i>	Sketsa peningkatan ukuran lebar	49
<i>Gambar 4.17</i>	<i>Pie diagram</i> pengaruh parameter input terhadap parameter output	53

RINGKASAN

Muhamad Ilyas, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Optimasi Desain Chassis Traktor Mini Perkebunan Kapasitas Angkut 750 Kg Dengan Response Surface Methodology*, Dosen Pembimbing: Moch. Agus Choiron.

Transportasi roda empat merupakan transportasi yang sangat banyak digunakan dalam kehidupan zaman modern termasuk pada kegiatan sub sektor pertanian yaitu perkebunan kelapa sawit. Dengan luasnya lahan perkebunan kelapa sawit dan medan yang tidak rata sehingga membutuhkan kendaraan yang mampu untuk mengatasi kondisi tersebut. Salah satu kendaraan yang dipakai adalah traktor mini, dan kendaraan ini harus memiliki *chassis* yang kuat. *Chassis* merupakan rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin serta penumpang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum desain *chassis* traktor mini perkebunan kapasitas angkut 750 kg.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi komputer menggunakan *software* berbasis metode elemen hingga yang telah terbukti dapat mendekati hasil penelitian eksperimental digunakan untuk dapat mempercepat proses perencanaan. Parameter desain yang digunakan ialah variasi sudut samping, lebar profil, tinggi profil dan tebal profil terhadap ratio tegangan per massa dengan menggunakan *Response Surface Methodology*. Variabel yang di kontrol pada penelitian ini adalah panjang *chassis* = 3260 mm, material *chassis* = SS400, serta pembebanan vertical bending mode telah diaplikasikan dengan informasi beban menurut salah satu perusahaan otomotif indonesia. Material diasumsikan homogen pada semua bagian *chassis*.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah semakin besar ukuran sudut samping, lebar profil, tinggi profil dan tebal profil akan menyebabkan ratio tegangan per massa menurun. Dengan me-minimumkan respon dari tegangan maksimal dan massa total *chassis* menggunakan *response surface methodoly*, maka kondisi optimum desain *chassis* dapat diketahui yaitu parameter desain input sudut samping = 20° , lebar profil = 50 mm, tinggi profil = 80 mm, tebal profil = 5.5 mm dengan parameter output dari tegangan maksimal = 143.81 MPa dan massa total = 134.19 kg.

Kata Kunci : *Chassis*, Optimasi desain, Ratio tegangan per massa.

SUMMARY

Muhamad Ilyas, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2018, Chassis Design Optimization of Plantation Mini Tractor with 750 kg Capacity using Response Surface Methodology, Academic Supervisor: Moch. Agus Choiron.

Four-wheel vehicles are a transportation that is widely used in modern-day life including the activities of agriculture sub sector, namely oil palm plantations. With the wide area of oil palm plantations and the flatless terrain, a vehicle capable of overcoming these conditions is required. One of the vehicles used is a mini tractor with strong chassis requirement. Chassis is a body frame of vehicle that serves and support vehicle, engine and passenger weight. The purpose of this research is to know the optimum condition of chassis design of mini plantation tractor of 750 kg transport capacity.

The research method used in this study is computer simulation using software based on finite element method that has been proven to be close to the result of experimental research used to accelerate the planning process. Design parameters used are variation of side angle, profile width, profile height and profile thickness toward stress per mass ratio by using Response Surface Methodology. The control variables in this research are chassis length = 3260 mm, chassis material = SS400, and vertical bending mode loading has been applied with load information according to one of Indonesian automotive company. The material is assumed to be homogeneous on all parts of the chassis.

By minimizing the response on maximum stress and total chassis mass using the response surface methodology, the optimum conditions of the chassis design can be identified, i.e. the input side angle design parameters = 20° , profile width = 50 mm, profile height = 80 mm, profile thickness = 5.5 mm with output parameters of maximum stress = 143.81 MPa and total mass = 134.19 kg.

Keyword: Chassis, Design Optimization, Stress per mass ratio.