

**OPTIMASI MATERIAL *STEERING KNUCKLE* MOBIL SATU
PENUMPANG DENGAN *FINITE ELEMENT METHODE*
MENGUNAKAN *SOFTWARE AUTODESK INVENTOR***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



ILHAM IKHVAN NUR RAHMAN
NIM. 20511505

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2024**

**OPTIMASI MATERIAL *STEERING KNUCKLE* MOBIL SATU
PENUMPANG DENGAN *FINITE ELEMENT METHODE*
MENGUNAKAN *SOFTWARE AUTODESK INVENTOR***

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



ILHAM IKHVAN NUR RAHMAN
NIM. 20511505

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Ilham Ikhvan Nur Rahman
NIM : 20511505
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Optimasi Material *Steering Knuckle* Mobil Satu Penumpang
Dengan *Finite Element Methode* Menggunakan Software
Autodesk Inventor

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Ponorogo, 15 Agustus 2024

Menyetujui

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Pendamping,


Dr. Kuntang Winangun, S.Pd., M.Pd.
NIK. 19900421 202109 12



Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK. 19860803 201909 13

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Mesin




Edi Kurniawan, S.T., M.T.
NIK. 19771026 200810 12


Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK. 19860803 201909 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ilham Ikhvan Nur Rahman

NIM : 20511505

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi saya dengan judul "Optimasi Material *Steering Knuckle* Mobil Satu Penumpang Dengan *Finite Element Methode* Menggunakan *Software Autodesk Inventor*" bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/ teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. 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 plagiatisme, saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar- benarnya.

Ponorogo, 15 Agustus 2024

Mahasiswa,



Ilham Ikhvan Nur Rahman
NIM. 20511505

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Ilham Ikhvan Nur Rahman
NIM : 20511505
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Optimasi Material *Steering Knuckle* Mobil Satu Penumpang
Dengan *Finite Element Methode* Menggunakan Software
Autodesk Inventor

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan
Dosen Penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada :


Hari : Rabu
Tanggal : 14 Agustus 2024
Nilai :

Ketua Penguji

Dosen Penguji

Anggota Penguji I

Anggota Penguji II


Dr. Kuntang Winangun, M.Pd.
NIK. 19900421 202109 12


Ir. Fadelan, M.T
NIK. 19610509 199009 12



Dr. Munaji, S.Si., M.Si.
NIK. 19840805 201701 11

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Mesin




Edy Kurniawan, S.T., M.T
NIK. 19771026 200810 12








Yoyok Winardi, S.T., M.T
NIK. 19860803 201909 13







BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Iham Ichvan Nur Rahman
 NIM : 20511505
 Judul Skripsi : Optimasi Material Steering Knuckle Mobil Saha Penumpang Dengan Finite Element Methode Menggunakan Software Autodesk Inventor
 Dosen Pembimbing I : Dr. Kuntung Winangun, S.Pd., M.Pd.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	8/12/2023	<u>BAB I</u> Judul Skripsi Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none"> • Bimbingan Judul Skripsi • Pembetulan Cover Judul • Memfokuskan pada Latar Belakang 	
2	15/12/2023	<u>BAB I</u> Rumusan Masalah Batasan Masalah	<ul style="list-style-type: none"> • Pembetulan pada rumusan masalah • Pembetulan pada batasan masalah 	
3	21/12/2023	<u>BAB I</u> Keseluruhan Bab I	<ul style="list-style-type: none"> • Pembetulan garis margin • Kata-kata asing cetak miring 	
4	27/12/2023	<u>BAB 2</u> Penelitian Sebelumnya	<ul style="list-style-type: none"> • Buat sub penelitian terdahulu yang relevan. 	





No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	3/1/2024	<u>BAB 2</u> Sub Dasar Teori	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan poin pada dasar teori (sistem kemudi). 	
6	8/1/2024	<u>BAB 2</u> Keseluruhan BAB 2	<ul style="list-style-type: none"> • ACC Bab 2 lanjut Bab 3 	
7	16/1/2024	<u>BAB 3</u> flowchart Jadwal Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Perubahan posisi flowchart. • Tambahkan jadwal Agenda Penelitian. 	
8	26/1/2024	<u>BAB 3</u> Keseluruhan BAB 3	<ul style="list-style-type: none"> • Cantumkan gambar posisi steering knuckle • ACC Bab 3 	
9	4/6/2024	<u>BAB IV</u>	Analisis data dan hasil pengujian steering knuckle.	
10	10/6/2024	<u>BAB IV</u>	Melanjutkan analisis data, membahas hasil sementara	





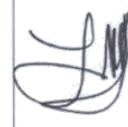

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	17/6/2024	BAB IV	Merevisi analisis, meninjau ulang	
12	25/6/2024	BAB IV	Finalisasi analisis, pastikan semua sudah sesuai	
13	2/7/2024	BAB V	Memulai menulis bab 5 Kesimpulan & saran	
14	9/7/2024	BAB V	Mengintun kesimpulan & membuat saran	
15	15/7/2024	BAB V	Merevisi kesimpulan & saran	
16	26/7/2024	BAB V	Finalisasi bab 5 & persiapan sidang	







BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ilham Ikhsan Nur Rahman
 NIM : 20511505
 Judul Skripsi : Optimasi Material steering knuckle Mobil Satu Penumpang Dengan Finite Element Metode Menggunakan Software Autodesk Inventor.
 Dosen Pembimbing II : Yoyok Winardi, S.T., M.T.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	11/12/2023	<u>BAB I</u> Judul Skripsi	Bimbingan judul skripsi Perubahan kata judul	
2	19/12/2023	<u>BAB I</u> Tujuan Penelitian Batasan Masalah	<ul style="list-style-type: none"> • Pembentukan Tujuan Penelitian • Penambahan Batasan Masalah 	
3	27/12/2023	<u>BAB I</u> Kesimpulan BAB I	<ul style="list-style-type: none"> • Perubahan pada Manfaat Penelitian 	
4	29/12/2023	<u>BAB II</u> Penelitian Terdahulu	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan penelitian terdahulu Tambah 1 jurnal yg sesuai 	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	5/1/2024	BAB II Keseluruhan BAB II	<ul style="list-style-type: none"> • Kutipan kurang lengkap • Kata \approx asing cetak miring 	
6	11/1/2024	BAB III Awal bagian BAB III	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan langkah \approx permodelan sketch - 3D Model 	
7	19/1/2024	BAB III finite element Metode	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan pengaplikasian finite element Metode 	
8	29/1/2024	BAB III Keseluruhan BAB III	<ul style="list-style-type: none"> • Cantumkan gambar kerja steering knuckle. 	
9	5/6/2024	BAB IV	<ul style="list-style-type: none"> • Gambar Modeling Knuckle 3D 	
10	11/6/2024	BAB IV	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan setiap hasil FEM 	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	18/10/2024	BAB IV	• Buat Perbandingan Koneksi awal & baru	
12	26/10/2024	BAB IV	• Gambar screenshot dibuat tabel.	
13	4/11/2024	BAB V	• Tarik kesimpulan hasil	
14	9/11/2024	BAB V	• Kurangi angka hasil simulasi di Kesimpulan	
15	15/11/2024	BAB V	• Buat saran yang bagus	
16	20/11/2024	BAB V	• Croscek Penulisan Ace Sidlung	

MOTTO

“Ayah & Ibu dirumah menanti kepulanganmu dengan hasil yang membanggakan, jangan kecewakan mereka. Simpan keluhmu, sebab letihmu tak sebanding dengan perjuangan mereka menghidupimu.”

“Aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya.”



(Chat WhatsApp- Ibu, 21 Nov 2023)

"Orang lain tidak akan bisa paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories*. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun tidak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini. Tetap berjuang ya!"

PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, serta kesabaran serta tuntutan dalam menyelesaikan tugas akhir. Tak lupa saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Kedua orangtua ayah & ibu yang telah merawat dan mendidik penulis dari lahir sampai saat ini serta atas nafklah yang selama ini mereka berikan sehingga penulis dapat tumbuh dan berkarya seperti sekarang ini, semoga suatu saat nanti saya juga bisa membahagiakan kedua orang tua saya amin.
2. Bapak dan Ibu Dosen, saya mengucapkan banyak terimakasih atas bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semoga kebaikan bapak ibu dosen akan dibalas oleh Allah SWT.
3. Saudara-saudara yang telah memberikan saya semangat agar terusa berusaha dan berjuang memberikan yang terbaik untuk keluarga.
4. Teman-teman Samandiman Team UMPO yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semangat dan kerja keras kita selama ini semoga memberikan hasil yang baik.

Akhir kata, saya ucapkan terimakasih atas semua dukungan yang telah diberikan kepada saya.

OPTIMASI MATERIAL *STEERING KNUCKLE* MOBIL SATU PENUMPANG DENGAN *FINITE ELEMENT METHODE* MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTOR

Ilham Ikhvan Nur Rahman, Kuntang Winangun, Yoyok Winardi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Ponorogo
e-mail : ilhamikhvannurrahman@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan material *steering knuckle* pada mobil satu penumpang menggunakan *Finite Element Method* (FEM) melalui perangkat lunak *Autodesk Inventor Professional 2021* lisensi *Student Version*. *Steering knuckle* adalah komponen penting dalam sistem kemudi yang menghubungkan roda dengan suspensi. Optimasi desain dibuat menggunakan *Autodesk Inventor Student Version* dan dianalisis dengan FEM untuk melihat distribusi tegangan, deformasi, dan *safety factor*. Hasil dari ketiga variasi seri material Al 5052, Al 6061, dan Al 7075 pada nilai *von mises stress*, *1st principal stress*, dan *3rd principal stress* cenderung memiliki nilai yang sama. Namun, nilai *displacement* dan *safety factor* masing-masing memiliki nilai yang berbeda. Material Aluminium 6061 dipilih karena massa yang ringan dan nilai keamanan yang unggul. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *steering knuckle* dari Aluminium 6061 memiliki nilai *safety factor* lebih tinggi dan berat menjadi lebih ringan sebesar 0,0433 kg dibandingkan dengan desain awal, tanpa mengorbankan kekuatan struktural. Kesimpulannya, optimasi desain dengan Aluminium 6061 memberikan hasil terbaik dalam hal keamanan dan kinerja. Implementasi metode FEM dengan Autodesk Inventor efektif untuk desain dan analisis komponen otomotif.

Kata Kunci : *Steering Knuckle*, *Finite Element Method*, *Autodesk Inventor*, Aluminium 6061, Optimasi Material

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alaamiin. Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulisan Skripsi ini yang berjudul “Optimasi Material *Steering Knuckle* Mobil Satu Penumpang Dengan *Finite Element Methode* Menggunakan *Software Autodesk Inventor*” dapat terselesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya, sebagai utusan Allah SWT yang membawa risalah kebenaran sepanjang zaman dan menjadi penutup bagi umat manusia.

Dengan segala kerendahan hati penulis sadar bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan ketidak sempurnaan. Maka penulis mengharap masukan, kritikan, dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca sekalian yang dapat memperbaiki dan menyempurnakan isi dari skripsi ini.

Semoga penelitian ini memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Dan semoga Allah SWT memberikan ridho-Nya dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Ponorogo, 22 Agustus 2024

Penulis,

Ilham Ikhvan Nur Rahman
NIM. 20511505

UCAPAN TERIMA KASIH

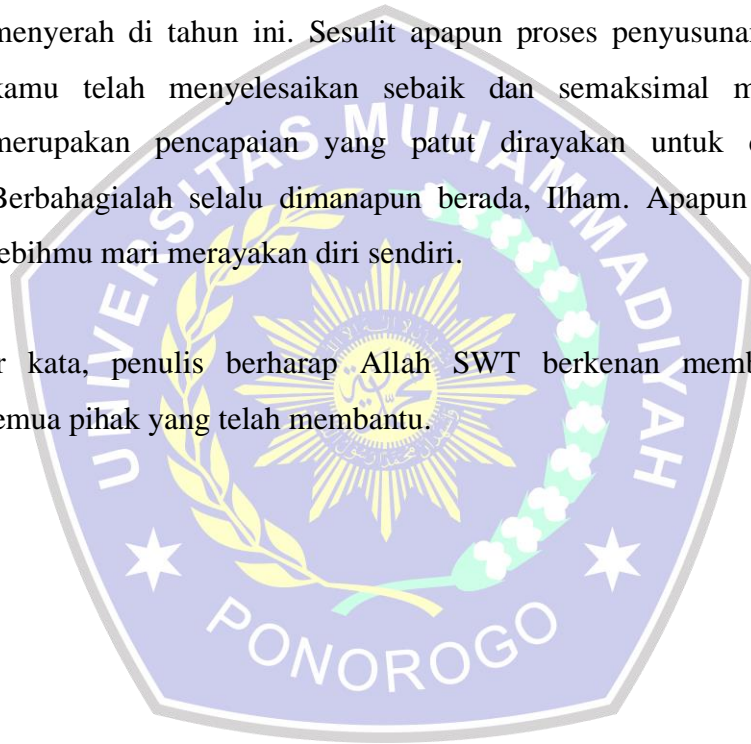
Dalam kesempatan ini penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua atas segala do'a, restu, motivasi, dan nasehatnya yang memberkan segalanya serta kesabaran dalam mendidik. Dan keluarga yang selalu memberikan motivasi kepada penulis. Semoga Allah SWT selalu melindungi dan melimpahkan rahmat-Nya kepada orang-orang yang berada disekitar penulis.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Happy Susanto, M.A selaku rektor Universitas Muhammadiyah Ponorogo
2. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T dan Ibu Dyah Mustikasari, S.T., M.Eng. selaku dekan dan wakil dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo
3. Bapak Dr. Kuntang Winangun, S.Pd., M.Pd selaku dosen pembimbing I dalam penelitan ini yang selalu memberikan bimbingan dan memberikan arahan yang terbaik..
4. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo, dan selaku dosen pembimbing II dalam penelitan ini yang selalu memberikan bimbingan dan memberikan arahan yang terbaik..
5. Kepada seluruh Dosen Fakultas Program Studi Teknik Mesin.
6. Kepada Ibu, Bapak dan keluarga yang telah memberikan dorongan materi, ataupun motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman – teman Team Mobil Listrik Samandiman UMPO yang menemani dan memberi support selama 4 tahun terakhir.

8. Seseorang dengan NIM 208200020 yang selalu mengingatkan, mendukung kelancaran skripsi, dan memberi semangat dalam segala hal termasuk penulisan skripsi ini.
9. Dan terakhir, kepada diri saya sendiri Ilham Ikhvan Nur Rahman. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini. Terima kasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu sendiri sampai di titik ini, walau sering kali merasa putus asa atas apa yang diusahakan dan belum berhasil, namun terima kasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba, terima kasih karena memutuskan tidak menyerah di tahun ini. Sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini kamu telah menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan untuk diri sendiri. Berbahagialah selalu dimanapun berada, Ilham. Apapun kurang dan lebihmu mari merayakan diri sendiri.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN.....	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
MOTTO	xi
PERSEMBAHAN.....	xii
ABSTRAK	xiii
KATA PENGANTAR.....	xiv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Sistem Kemudi.....	6
2.2.2 <i>Steering Knuckle</i>	13
2.2.3 <i>Finite Element Methode</i>	17
2.2.4 Optimasi Desain Topologi.....	21
2.2.5 Material dan Sifat Mekanik Material.....	22
2.2.6 <i>Software Autodesk Inventor</i>	28

BAB 3 METODE PENELITIAN DAN PERENCANAAN	31
3.1 Alat & Bahan	31
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.3 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	32
3.3.1. Pemodelan 3D dengan <i>Autodesk Inventor Professional 2021</i>	33
3.3.2. Pengaplikasian <i>Finite Element Methode</i>	34
3.3.3. Analisa Data	36
3.4 Gambar-Gambar <i>Steering Knuckle</i>	38
BAB 4 PEMBAHASAN	41
4.1 Analisis <i>Finite Element Methode Knuckle</i> Awal.....	41
4.2 Optimasi Material <i>Steering Knuckle</i>	51
4.2.1 Optimasi <i>Knuckle Aluminium 5052</i>	53
4.2.2 Optimasi <i>Knuckle Aluminium 6061</i>	59
4.2.3 Optimasi <i>Knuckle Aluminium 7075</i>	66
4.3 Perbandingan Hasil FEM Optimasi <i>Steering Knuckle</i>	73
BAB 5 KESIMPULAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA.....	81



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Kemudi Mobil Sederhana.....	7
Gambar 2. 2 <i>Manual Steering</i> Mobil Satu Penumpang	8
Gambar 2. 3 Konsep dasar sistem kemudi <i>Ackerman</i>	8
Gambar 2. 4 Sudut belok roda dalam dan luar.....	10
Gambar 2. 5 <i>Rack and Pinion</i>	11
Gambar 2. 6 Setir kemudi mobil satu penumpang.....	12
Gambar 2. 7 Lokasi <i>steering Knuckle</i> pada sistem suspensi.....	14
Gambar 2. 8 Salah satu model <i>Steering knuckle</i> mobil.....	15
Gambar 2. 9 Struktur dari <i>steering knuckle parts</i>	17
Gambar 2. 10 <i>Finite element model of knuckle</i>	18
Gambar 2. 11 Contoh <i>step by step topology optimization</i>	21
Gambar 2. 12 Batasan proses optimasi	22
Gambar 2. 13 Kumpulan berbagai jenis material logam.....	23
Gambar 2. 14 <i>Software Autodesk Inventor Professional 2021</i>	29
Gambar 2. 15 Hasil FEM dengan <i>Software Autodesk Inventor</i>	30
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3. 2 Posisi <i>Steering Knuckle</i> pada mobil satu penumpang.....	38
Gambar 3. 3 Desain 2D Detail Drawing <i>Steering Knuckle</i> Awal.....	39
Gambar 3. 4 Desain 2D Detail Drawing Optimasi <i>Steering Knuckle</i>	40
Gambar 4. 1 <i>Steering Knuckle</i> Model Awal.....	41
Gambar 4. 2 Lokasi titik pembebanan	43
Gambar 4. 3 <i>Von Mises Stress</i>	44
Gambar 4. 4 <i>1st Principal Stress knuckle</i> Awal.....	46
Gambar 4. 5 <i>3rd Principal Stress</i>	47
Gambar 4. 6 <i>Displacement</i>	48
Gambar 4. 7 <i>Safety factor</i>	50
Gambar 4. 8 Optimasi Desain <i>Steering Knuckle</i>	52
Gambar 4. 9 Hasil <i>Von Mises Stress</i> Al 5052	54
Gambar 4. 10 Hasil <i>1st Principal Stress</i> Al 5052	55

Gambar 4. 11 Hasil <i>3rd Principal Stress</i> Al 5052	56
Gambar 4. 12 Hasil <i>Displacement</i> Al 5052	57
Gambar 4. 13 Hasil <i>Safety Factor</i> Al 5052.....	58
Gambar 4. 14 Hasil <i>Von Mises Stress</i> Al 6061	61
Gambar 4. 15 Hasil <i>1st Principal Stress</i> Al 6061	62
Gambar 4. 16 Hasil <i>3rd Principal Stress</i> Al 6061	63
Gambar 4. 17 Hasil <i>Displacement</i> Al 6061	64
Gambar 4. 18 Hasil <i>Safety Factor</i> Al 6061.....	65
Gambar 4. 19 Hasil <i>Von Mises Stress</i> Al 7075	67
Gambar 4. 20 Hasil <i>1st Principal Stress</i> Al 7075	68
Gambar 4. 21 Hasil <i>3rd Principal Stress</i> Al 7075	69
Gambar 4. 22 Hasil <i>Displacement</i> Al 7075	70
Gambar 4. 23 Hasil <i>Safety Factor</i> Al 7075.....	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter sistem kemudi	10
Tabel 2. 2 Komponen sistem kemudi <i>rack and pinion</i>	11
Tabel 2. 3 Keuntungan dan kekurangan <i>rack and pinion</i>	12
Tabel 2. 4 Keuntungan dan keterbatasan FEM	20
Tabel 2. 5 Spesifikasi Desain Internasional untuk Struktur Paduan Aluminium[31]	25
Tabel 2. 6 Sistem Penunjukan Paduan <i>Aluminium Association</i> [32]	25
Tabel 3. 1 Data beban yang dapat ditahan <i>steering knuckle</i>	38
Tabel 4. 1 <i>Physical Steering Knuckle</i> Awal.....	42
Tabel 4. 2 <i>Materials Steering Knuckle</i> Awal.....	42
Tabel 4. 3 Ringkasan Hasil <i>Steering Knuckle</i> Awal.....	51
Tabel 4. 4 <i>Physical Steering Knuckle</i> Al 5052	53
Tabel 4. 5 <i>Materials Steering Knuckle</i> Al 5052.....	53
Tabel 4. 6 Ringkasan Hasil <i>Steering Knuckle</i> Al 5052.....	59
Tabel 4. 7 <i>Physical Steering Knuckle</i> Al 6061	59
Tabel 4. 8 <i>Materials Steering Knuckle</i> Al 6061.....	60
Tabel 4. 9 Ringkasan Hasil <i>Steering Knuckle</i> 6061.....	66
Tabel 4. 10 <i>Physical Steering Knuckle</i> Al 7075	66
Tabel 4. 11 <i>Materials Steering Knuckle</i> Al 7075.....	67
Tabel 4. 12 Ringkasan Hasil <i>Steering Knuckle</i> 7075.....	72
Tabel 4. 13 Perbandingan Spesifikasi <i>Physical</i> Optimasi Desain.....	73
Tabel 4. 14 Perbandingan Spesifikasi <i>Material(s)</i> Optimasi Desain	74
Tabel 4. 15 Perbandingan <i>Von Mises Stress</i>	75
Tabel 4. 16 Perbandingan <i>1st Principal Stress</i>	75
Tabel 4. 17 Perbandingan <i>3rd Principal Stress</i>	76
Tabel 4. 18 Perbandingan <i>Displacement</i>	77
Tabel 4. 19 Perbandingan <i>Safety Factor</i>	77
Tabel 4. 20 Perbandingan <i>Result Summary</i>	78