

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN BODI DAN RANGKA MOBIL LISTRIK *PROTOTYPE*
UNTUK KMHE 2023

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

MUHAMMAD AIDIL

20190130099

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Sumber informasi yang digunakan telah saya cantumkan dengan jujur dan akurat. Saya juga menyatakan bahwa tugas akhir ini tidak pernah diajukan sebagai tugas akademik di institusi lain dan tidak melibatkan tindakan plagiat. Saya bertanggung jawab sepenuhnya atas isi dan keaslian tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 22 Januari 2024

 **METERAI
TEMPEL**
76CD8ALX045299589

Muhammad Aidil

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah, 6-8)

“If you try & fail, congratulations. Most people don't even try.”

(unknown)

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar melainkan milik mereka yang senantiasa berusaha.”

(B.J. Habibie)

“Tidak ada mimpi yang gagal, yang ada hanyalah mimpi yang tertunda. Cuma sekiranya kalau teman-teman merasa gagal dalam mencapai mimpi, jangan khawatir, mimpi-mimpi lain masih bisa diciptakan.”

(Windah Basudara)

“Sic Parvis Magna”

(Francis Drake)

“Veni, Vidi, Vici”

(Julius Caesar)

“If you're not a good shot today, don't worry. There are other ways to be useful.”

(Sova)

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penulisan tugas akhir ini, penulis ingin menyatakan apresiasi dan terima kasih yang tinggi kepada mereka yang telah memberikan dukungan berharga, memainkan peran penting dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Superhero dan panutanku, Ayahanda Edison, engkau adalah sumber inspirasi dan pilar kekuatan. Terima kasih atas dukungan tak terhingga dan arahan bijakmu yang senantiasa membimbing langkah-langkah hidupku.
2. Pintu surgaku, Ibunda Arlina, dalam doamu dan ketabahanmu, saya menemukan kekuatan. Terima kasih atas kasih sayang dan kesabaran yang tiada henti. Engkau adalah bintang yang menerangi kehidupan ini.
3. Adik tersayang, Desi Nurpazilah, senyumanmu menjadi penguat semangat. Terima kasih karena menjadi sahabat dan penyemangat di setiap perjuangan.
4. Kepada keluarga besar yang penuh kasih, terima kasih atas doa dan dukungan tanpa batas. Keluarga adalah fondasi kokoh yang memberikan kekuatan.
5. Bapak Aris Widyo Nugroho dan Bapak Sunardi selaku Dosen Pembimbing serta seluruh civitas akademik S1 Teknik Mesin UMY. Petunjuk dan ilmu yang diberikan menjadi sinar yang membimbing perjalanan akademik.
6. *KHAD TEAM*, tim riset mobil listrik yang sudah penulis anggap sebagai keluarga kedua, terima kasih atas pengalaman luar biasa selama 3 tahun. Ide tugas akhir ini lahir dari sinergi dan semangat bersama.
7. Kepada teman-teman dekat dan semua yang terlibat dalam perjalanan ini, terima kasih atas dukungan, tawa, dan kerjasama yang tak tergantikan.
8. Kepada teman-teman *Discord "Drap"* yang selalu memberikan motivasi saat jenuh, khususnya saat bersama-sama bermain *Valorant*. Kebersamaan ini menjadi penyemangat yang luar biasa.
9. DPM KMFT UMY dan UMY *e-Sport Arena* sebagai wadah organisasi yang memberikan ruang bagi pertumbuhan dan pengembangan diri.
10. Pemilik NIM 20200130200, yang senantiasa menyemangati penulis secara tidak langsung dan menjadi sumber inspirasi dalam proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas setiap momen kebahagiaan yang telah diberikan, dan mohon maaf atas setiap kesalahan yang mungkin terjadi dalam perjalanan ini.
11. Jodoh penulis, akan menjadi salah satu motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun pada saat ini penulis belum mengetahui dimana kamu berada. Penulis percaya bahwa segala

sesuatu yang telah ditakdirkan untuk menjadi milik kita akan datang kepada kita, tidak peduli bagaimana jalannya.

12. Dan yang terakhir, kepada laki-laki sederhana yang berasal dari Pulau Sebatik, sang penulis sebuah karya tulis ini, diri saya sendiri, Muhammad Aidil. Terima kasih atas ketekunan, tekad, dan semangat untuk terus berjuang dan mengatasi setiap rintangan. Semua usaha dan perjuangan memiliki nilai yang tak ternilai.

Dengan tulus dan penuh rasa syukur, ucapan terima kasih ini sebagai ungkapan penghargaan kepada semua yang telah menjadi bagian tak terpisahkan dalam perjalanan ini. Semoga setiap bantuan, doa, dan dukungan yang diberikan menjadi ladang keberkahan bagi kita semua. Terima kasih atas kebaikan, kehadiran, dan kerjasama yang telah mewarnai setiap langkah perjalanan ini. Semoga kita semua terus berbagi kebahagiaan dan sukses di masa yang akan datang.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, yang telah memungkinkan penyelesaian tugas akhir berjudul "PERANCANGAN BODI DAN RANGKA MOBIL LISTRIK *PROTOTYPE* UNTUK KMHE 2023". Tugas akhir ini berhasil diselesaikan dengan sukses sebagai bagian integral dari persyaratan penyelesaian studi Strata-1 (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis berharap bahwa kontribusi dari tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang signifikan, baik untuk rekan-rekan mahasiswa maupun masyarakat pada umumnya. Penulis sadar akan ketidaksempurnaan tugas akhir ini dan dengan tulus mengharapkan masukan, kritik, dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Tujuannya adalah untuk memperbaiki baik tulisan tugas akhir ini maupun desain yang telah penulis rancang, sehingga kedepannya dapat menjadi lebih baik dan lebih bermanfaat bagi masyarakat luas.

Yogyakarta, 22 Januari 2024



Muhammad Aidil

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Perancangan	4
1.5 Manfaat Perancangan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Kendaraan	10
2.2.2 Beban-Beban Pada Kendaraan.....	19
2.2.3 Perancangan	25
2.2.4 Pemilihan Bahan	26
2.2.5 <i>Software</i> Perancangan	28
BAB III METODOLOGI PERANCANGAN BODI DAN RANGKA MOBIL LISTRIK <i>PROTOTYPE</i>	32
3.1 Waktu dan Tempat Perancangan.....	32
3.2 Alat dan Bahan Perancangan.....	32
3.2.1 Alat Perancangan	32

3.3	Diagram Alir Perancangan	33
3.4	Perancangan Bodi dan Rangka Mobil Listrik <i>Prototype</i>	39
3.4.1	Perancangan Rangka Mobil Listrik <i>Prototype</i>	39
3.4.2	Perancangan Sistem <i>Steering</i>	42
3.4.3	Perancangan Sistem Pengereman dan Roda	45
3.4.4	Perancangan Bodi	48
BAB IV HASIL PERANCANGAN BODI DAN RANGKA MOBIL LISTRIK <i>PROTOTYPE</i>		51
4.1	Perancangan Bodi dan Analisa Aerodinamika	51
4.1.1	Perancangan Bodi	51
4.1.2	Analisa Aerodinamika Bodi.....	53
4.2	Perancangan Rangka	64
4.2.1	Analisis Tegangan Rangka (<i>Stress Analysis</i>)	65
4.3	Perancangan Sistem <i>Steering</i>	72
4.3.1	Perancangan Komponen Sistem <i>Steering</i>	73
4.4	Perancangan Sistem Pengereman.....	78
4.4.1	Perancangan Komponen Sistem Pengereman.....	81
BAB V PENUTUP.....		85
5.1	Kesimpulan.....	85
5.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....		87
LAMPIRAN.....		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kategori <i>Prototype</i>	2
Gambar 2. 1 Hasil Akhir Rangka, (a) Tampak samping kanan (b) Tampak samping kiri	5
Gambar 2. 2 Hasil Rangka Mobil Sula	6
Gambar 2. 3 Rancangan rangka mobil listrik Garnesa	7
Gambar 2. 4 Hasil desain bentuk bodi, (a) <i>prototype</i> 1, (b) <i>prototype</i> 2, (c) <i>prototype</i> 3	7
Gambar 2. 5 Mesin pembakaran dalam	10
Gambar 2. 6 Motor Listrik	11
Gambar 2.7 Konstruksi Bodi Terpisah	13
Gambar 2.8 Konstruksi Bodi Menyatu	13
Gambar 2. 9 <i>Steering Linkage</i>	14
Gambar 2. 10 Sistem Pengereman Mobil	15
Gambar 2. 11 Sistem penerus daya pada mobil	17
Gambar 2. 12 Fenomena aliran udara di sekitar kendaraan	20
Gambar 2. 13 Pola aliran di sekitar kendaraan	20
Gambar 2. 14 Distribusi tekanan penyebab gaya angkat	22
Gambar 2. 15 Sudut datang angin	24
Gambar 2. 16 Diagram perancangan bodi kendaraan	24
Gambar 2. 17 <i>Displacement</i> pada prinsip superposisi	30
Gambar 3. 1 Diagram alir perancangan mobil listrik <i>prototype</i>	34
Gambar 3. 2 Diagram alir perancangan rangka	35
Gambar 3. 3 Diagram alir perancangan sistem <i>steering</i>	36
Gambar 3. 4 Diagram alir perancangan sistem pengereman dan roda	37
Gambar 3. 5 Diagram alir perancangan bodi	38
Gambar 3. 6 Sketsa awal rangka	40
Gambar 3. 7 Sifat mekanis <i>aluminium alloy 6061</i>	41
Gambar 3. 8 Sketsa sistem <i>steering</i>	43
Gambar 3. 9 Sketsa awal sistem pengereman dan roda	46
Gambar 3. 10 Sketsa awal bodi	49
Gambar 3. 11 (a) Material <i>fiberglass</i> , (b) Material <i>lantor core</i>	50
Gambar 4. 1 Bodi mobil listrik <i>prototype</i> , (a) Tampak atas (b) Tampak isometrik (c) Tampak depan (d) Tampak samping	52
Gambar 4. 2 <i>Polycarbonate</i> untuk pandangan pengemudi	52
Gambar 4. 3 Pintu pada bodi	53
Gambar 4. 4 Ventilasi dan bodi penutup roda	53
Gambar 4. 5 Pembuatan Daerah Komputasi (<i>computational domain</i>)	55
Gambar 4. 6 <i>Name selection</i> bagian depan (<i>inlet</i>)	56
Gambar 4. 7 <i>Name selection</i> bagian belakang (<i>outlet</i>)	56
Gambar 4. 8 <i>Name selection</i> bagian atas (<i>upper wall</i>)	56
Gambar 4. 9 <i>Name selection</i> bagian bawah (<i>bottom wall</i>)	57

Gambar 4. 10 <i>Name selection</i> bagian samping (<i>side wall</i>)	57
Gambar 4. 11 Hasil pembuatan <i>mesh</i> tampak isometrik.....	58
Gambar 4. 12 Hasil pembuatan <i>mesh</i> tampak samping	58
Gambar 4. 13 Hasil kualitas pembuatan <i>mesh</i>	59
Gambar 4. 14 Jumlah <i>elements</i>	59
Gambar 4. 15 Tabel kualitas <i>meshing</i>	59
Gambar 4. 16 Model viskositas	60
Gambar 4. 17 Metode inisiasi	62
Gambar 4. 18 Hasil iterasi telah mencapai konvergen.....	63
Gambar 4. 19 Hasil <i>drag force</i> dan <i>coefficient of drag</i>	64
Gambar 4. 20 Rangka mobil listrik <i>prototype</i>	66
Gambar 4. 21 Tumpuan Rangka (<i>Fix Constraint</i>)	66
Gambar 4. 22 Distribusi beban pada rangka	67
Gambar 4. 23 Distribusi beban pada <i>roll bar</i>	67
Gambar 4. 24 Proses <i>meshing</i> , (a) rangka (b) <i>roll bar</i>	68
Gambar 4. 25 Hasil simulasi <i>von mises stress</i> pada rangka.....	68
Gambar 4. 26 <i>Displacement</i> pada rangka	69
Gambar 4. 27 Hasil pengujian <i>safety factor</i> pada rangka	70
Gambar 4. 28 <i>Von mises stress roll bar</i>	70
Gambar 4. 29 <i>Displacement roll bar</i>	71
Gambar 4. 30 <i>Safety factor roll bar</i>	71
Gambar 4. 31 Batang <i>steering</i>	73
Gambar 4. 32 Penghubung <i>shaft steering</i>	74
Gambar 4. 33 <i>Steering knuckle</i>	74
Gambar 4. 34 <i>Bracket</i> batang <i>steering</i>	75
Gambar 4. 35 <i>Link</i> penghubung <i>steering</i>	76
Gambar 4. 36 <i>Link steering</i>	76
Gambar 4. 37 <i>Ball joint</i>	76
Gambar 4. 38 <i>Arm steering</i>	77
Gambar 4. 39 <i>U-joint</i>	77
Gambar 4. 40 Komponen dan rancangan <i>steering system</i>	78
Gambar 4. 41 Sistem pengereman	79
Gambar 4. 42 Komponen sistem pengereman	81
Gambar 4. 43 Sistem pengereman belakang, (a) <i>handle</i> rem belakang (b) kaliper rem	82
Gambar 4. 44 Sistem pengereman depan, (a) <i>handle</i> rem (b) <i>tee joint</i> (c) kaliper rem	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Analisa <i>coefficient of drag prototype</i> Engku Putri.....	8
Tabel 2. 2 Hasil <i>stress analysis</i>	8
Tabel 2. 3 Nilai <i>drag coefficient standard</i>	23
Tabel 2. 4 Model bodi dan nilai koefisien <i>drag</i>	24
Tabel 3. 1 Spesifikasi Laptop	32
Tabel 3. 2 Jenis material komponen sistem <i>steering</i>	44
Tabel 3. 3 Komponen sistem <i>steering</i>	44
Tabel 3. 4 Komponen sistem pengereman dan roda	47
Tabel 4. 1 Parameter masukan pada <i>software</i> Ansys	61
Tabel 4. 2 Perbandingan antara regulasi teknis KMHE 2023 dan hasil perancangan bodi dan rangka mobil listrik <i>prototype</i>	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Teknik Bodi	89
Lampiran 2 Gambar Teknik Rangka	89
Lampiran 3 Gambar Teknik Sistem <i>Steering</i>	90
Lampiran 4 Gambar Teknik Sistem Pengereman Depan	90
Lampiran 5 Gambar Teknik Sistem Pengereman Belakang	91
Lampiran 6 <i>Assembly</i> Rangka, Sistem <i>Steering</i> , dan Sistem <i>Pengereman</i>	91

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a	: Jarak dari <i>handle</i> rem ke tumpuan (cm)
A	: Area frontal (m ²)
b	: Jarak dari <i>push rod</i> ke tumpuan (cm)
C_d	: <i>Coefficient of Drag</i>
d	: Diameter silinder master (cm)
e	: Pada titik sinkron biasanya nilai e sebesar (0,5 s.d. 0,8), diambil 0,7
F	: Gaya yang bekerja pada <i>handle</i> rem (Kgf)
F_d	: <i>Drag Force</i> (N)
F_k	: Gaya yang dihasilkan pedal rem (N)
F_{μ}	: Gaya gesek pengereman (N)
F_p	: Gaya <i>handle</i> rem dari silinder rem (N)
g	: Percepatan gravitasi (m/s ²)
k	: Perbandingan <i>handle</i> rem
P_e	: Tekanan Hidrolik (Kgf/cm ²)
t	: Waktu pengereman (s)
v	: Kecepatan mobil (m/s)
v_{fluida}	: Kecepatan fluida (m/s)
ρ	: Densitas fluida (kg/m ³)
μ	: Koefisien gaya gesek