



#### LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 15/ Mei/ 2019



Faiz Evan Saputra

## **MOTTO**

" Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya. "

QS. Al-Baqarah : 286

" Bertahanlah dalam suatu proses, maka siapa yang dapat bertahan tersebut yang akan menang. "

-Faiz Evan-

" Hargai setiap perjuangan dirimu sendiri, maka dari situ kamu akan lebih bersyukur dan menikmati atas setiap hasil didapat dari perjuangan tersebut. "

-Faiz Evan-

" Jangan pernah melupakan orang-orang baik di sekitar kita pada setiap masalah yang sedang kita hadapi. "

-Faiz Evan-

" Jangan berkata tidak bisa jika belum pernah mencobanya, apabila gagal, ulangi dan perbaiki. "

-Faiz Evan-

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “PERANCANGAN *PROTOTYPE* MOBIL LISTRIK LINGSAR PROTO 3 UNTUK KONTES MOBIL HEMAT ENERGI” dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah persyaratan untuk menyelesaikan studi Strata-1 (S-1) di Jurusan Teknk Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa maupun bagi masyarakat. Penulis juga menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna memperbaiki skripsi ini maupun dari desain yang penulis rancang, agar kedepan menjadi lebih baik dan bermanfaat untuk masyarakat luas.

Yogyakarta, 15 Mei 2019

Faiz Evan Saputra

## DAFTAR ISI

COVER .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LEMBAR PERNYATAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
MOTTO .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	10
DAFTAR TABEL.....	13
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xiv
ABSTRAK .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRACT.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. Perumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. Batasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. Tujuan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5. Manfaat Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6. Sistematika Penulisan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
2.1. Kajian Pustaka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Dasar Teori .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1. Kendaraan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2. Beban-Beban Pada kendaraan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2.1. Beban Angin Pada Kendaraan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2.1.1. Prinsip Dasar Aliran Udara Pada Kendaraan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>not defined.</b>	
2.2.2.1.2. Pola Aliran Udara Pada Kendaraan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
2.2.2.1.3. Persamaan <i>Bernoulli</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.2.2.1.4. Gaya dan Momen Aerodinamika..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2.1.5. Bentuk Bodi Kendaraan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3. Perancangan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4. Pemilihan Bahan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5. <i>Software</i> Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5.1. <i>Software Autodesk Inventor</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5.1.1. Analisis Struktur pada <i>Autodesk Inventor</i> ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5.2. <i>Software Autodesk Flow Design</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5.3. <i>Software Autodesk Fusion 360</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III METODOLOGI PERANCANGAN <i>PROTOTYPE</i> MOBIL LISTRIK LINGSAR PROTO 3 .....</b>	
3.1. Waktu dan Tempat Perancangan .....	32
3.2. Alat dan Bahan Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1. Alat Perancangan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.2. Bahan Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3. Diagram Alir Perancangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4. Perancangan <i>Prototype</i> Kendaraan Lingsar Proto 3 ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1. Perancangan Rangka Lingsar Proto 3 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2. Perancangan Sistem <i>Steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3. Perancangan Sistem Pengereman dan Roda.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.4. Perancangan Sistem Pembangkit Tenaga dan Penerus Daya.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.5. Perancangan Bodi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV HASIL PERANCANGAN <i>PROTOTYPE</i> MOBIL LISTRIK LINGSAR PROTO 3 .....</b>	
4.1. Pengertian <i>Prototype</i> Mobil Listrik Lingsar Proto 3 ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2. Perancangan Rangka.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1. Analisis Tegangan Rangka ( <i>Stress Analysis</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2. Pemberian Beban dan Tumpuan Rangka	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.2.3. <i>Meshing</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4. Hasil <i>Stress Analysis</i> Rangka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3. Perancangan Sistem <i>Steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1. Perancangan Komponen <i>Steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2. <i>Assembly</i> Sistem <i>Steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3. Perhitungan Sudut Belok <i>Steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4. Perancangan Sistem Pengereman dan Roda .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.1. Perancangan Komponen Rem dan Roda .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.2. <i>Assembly</i> Sistem Pengereman dan Roda .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5. Perancangan Sistem Kelistrikan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6. Perancangan Sistem Pembangkit Tenaga dan Penerus Daya .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6.2. Perancangan Komponen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5.2. <i>Assembly</i> Sistem Pembangkit Daya dan Penerus Daya	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7. Perancangan Bodi dan Analisa Aerodinamika .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.1. Perancangan Bodi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.7.2. Analisa Aerodinamika Bodi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.8. <i>Assembly</i> Keseluruhan Komponen-Komponen <i>Prototype</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V PENUTUP.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1. Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2. Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
UCAPAN TERIMA KASIH.....	104
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b> 5
LAMPIRAN GAMBAR TEKNIK .....	108
LAMPIRAN <i>STRESS ANALYSIS</i> .....	109

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1. Neraca minyak bumi di Indonesia tahun 2015-2020 (BPPT Outlook Energi Indonesia 2017) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 1.2. Kategori *prototype* (Hakim dkk, 2015).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 1.3. Kategori Urban ([www.otoplasa.com](http://www.otoplasa.com))**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.1. Hasil perancangan dan analisis bodi *prototype* Mataram Proto (a) dan Mataram Proto Modifikasi (b) (Azwir dkk, 2014) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2. Rangka mobil listrik semut abang ITATS (Setyono dan Gunawan, 2015).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3 Pengujian Bagian Kritis rangka.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4 Hasil desain bentuk bodi *prototype* 1 (a), *prototype* 2 (b), *prototype* 3 (c) (Hakim,dkk 2016) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5. Mesin pembakaran dalam (<https://grabcad.com>) ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6. Motor listrik.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7. Mobil tenaga hybrid (<http://www.mesincad.com>) . **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8. Chassis terpisah (<http://www.toyota.astra.co.id>).... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9. *Chassis* menyatu.....**Error! Bookmark not defined.** (<http://www.ortizaku.com/index.php/Otomotif/perbedaan-sasis-ladder-frame-dan-monokok-unibody>) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.10. Konstruksi bodi terpisah (<https://www.serayamotor.com>) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.11. Konstruksi bodi menyatu (<https://www.serayamotor.com>) .... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.12. Sistem Pengereman Mobil (Setyono dan Setiawan, 2015) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.13. Sistem penerus daya pada mobil ( Sutantra dan Sampurno, 2010).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.14. Fenomena aliran udara di sekitar kendaraan (Sutantra dan Sampurno, 2010) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.15. Pola aliran di sekitar kendaraan (Sutantra dan Sampurno, 2010).....**Error! Bookmark not defined.**



- Gambar 2.16. Distribusi tekanan penyebab gaya angkat (Sutantra dan Sampurno, 2010)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.17. Sudut datang angin (Sutantra dan Sampurno, 2010)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.18. Displacement pada prinsip superposisi (Waguespack dkk, 2013)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1. Diagram alir perancangan *prototype* Lingsar Proto 3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2. Diagram alir perancangan rangka ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3. Diagram alir perancangan sistem *steering* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4. Diagram alir perancangan sistem pengereman dan roda..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5. Diagram alir perancangan sistem pembangkit tenaga dan sistem penerus daya ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6. Diagram alir perancangan bodi *prototype* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.7. Sketsa rangka..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.8. Sifat mekanis aluminium *alloy 6061*. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.9. Sifat mekanis kayu balsa (*Autodesk Inventor 2017*) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.10. Sketsa sistem *steering* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.11. Sketsa awal sistem pengereman dan roda ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.12. Sistem penerus daya *prototype* Lingsar Proto 3... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.13. Sketsa awal bodi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.14. Material *fiberglass* (a), Material *lantor coremat* (b) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.15. Sifat mekanis material *acrylic* (*Solidworks*) .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1. Desain rangka utama ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2. Dimensi rangka utama..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3. Rangka *roll bar* tampak depan (a), *roll bar* tampak samping (b) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4. Rangka *prototype* Lingsar Proto 3 .... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5. <i>Fix constraint</i> pada rangka <i>prototype</i> Lingsar Proto 3.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.6 Distribusi beban pengemudi saat mengemudi dan beban <i>engine</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.7. Letak beban dan <i>fix constraint</i> rangka <i>prototype</i> Lingsar Proto 3 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.8. Letak beban pada <i>roll bar</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.9. Hasil proses <i>meshing</i> rangka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.10. <i>Von misses stress</i> rangka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.11. <i>Displacement</i> pada rangka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.12. <i>Regangan</i> pada rangka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.13. <i>Safety factor</i> pada rangka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.14. Setang <i>steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.15. <i>Bracket</i> setang <i>steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.16. <i>Link</i> penghubung <i>steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.17. <i>Link steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.18. <i>Penghubung shaft steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.19. <i>Bracket shaft</i> roda.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.20. <i>Link stabilizer steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.21. <i>Assembly</i> sistem <i>steering</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.22. <i>Steering</i> saat dibelokkan 15,75 ° .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.23. <i>Bracket</i> rem dan <i>shaft</i> roda depan (a), <i>bracket</i> rem dan <i>shaft</i> roda belakang (b) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.24. <i>Brake caliper</i> Shimano BR-M446 ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.25. <i>Brake lever</i> Shimano BL-M445 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.26. Selang rem Shimano SM-BH59-1250.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.27. <i>Disk break</i> Avid G3CS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.28. Roda belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.29. Wiring diagram kelistrikan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.30. BLDC <i>hub</i> motor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.31. <i>Free wheel</i> Shimano CS-HG50-10 .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.32. Penutup transmisi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

- Gambar 4.33. *Assembly* sistem pembangkit daya dan penerus daya ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.34. Bodi *prototype* Lingsar Proto 3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.35. *Polycarbonate* untuk pandangan pengemudi .**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.36. Pintu pada bodi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.37. Ventilasi dan bodi penutup roda..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.38. Daerah komputasi pada bodi *prototype*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.39. *Boundary condition* pada bodi *prototype* .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.40. Bodi yang mengalami tekanan tertinggi.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.41. *Coefficient of drag* ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.42. Hasil rancangan *prototype* Lingsar Proto 3.....**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Hasil Analisa Koefisien Drag *Prototype* Engku Putri (Hakim, dkk 2016) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.2 Hasil *stress analysis* (Tsirogiannis, dkk 2019) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1. Spesifikasi Laptop Asus.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.2. Jenis material komponen sistem kemudi .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.3. Komponen sistem kemudi.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.4. Komponen sistem pengereman dan roda .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5. Komponen sistem pembangkit tenaga dan penyalur daya ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.6. komponen sistem pembangkit tenaga dan penyalur daya..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.1. Spesifikasi *filler* .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.2. Asumsi pembagian berat pengemudi ....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.3. Spesifikasi baterai .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.4. Spesifikasi BLDC hub motor .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.5. Karakteristik rantai *roll* berdasarkan IS: 2403- 1991 (Khurmi dan Gupta, 2005) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.6. Spesifikasi prototype Lingsar Proto 3 ...**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$L$	: jarak poros roda depan dengan poros roda <i>prototype</i> (mm)
$M$	: momen (N.mm)
$d_s$	: diameter poros (mm)
$V$	: kecepatan (m/s)
$\sigma$	: tegangan ( $\text{kg/mm}^2$ )
$\tau$	: tegangan geser ( $\text{kg/mm}^2$ )
$T$	: momen puntir (Kg.mm)
$S_f$	: <i>safety factor</i>
$\varepsilon$	: regangan
$z$	: jumlah gigi roda gigi
$D$	: Diameter roda (m)
$n_{roda}$	: Putaran roda (rpm)
$n_{motor}$	: Putaran motor = 520 rpm
$L_p$	: Panjang rantai (mm)
$z_1$	: Jumlah gigi kecil
$z_2$	: Jumlah gigi besar
$c_p$	: Jarak sumbu antara gear depan dan belakang berdasarkan jumlah mata rantai