

TEGANGAN PRINSIPAL PADA CHASSIS MOBIL LISTRIK PROTOTYPE

1,2,4,5,6,7) Staf Pengajar
Jurusan Teknik Mesin,
Universitas Jember, Jl.
Kalimantan 37 Jember
68121

3) Mahasiswa Jurusan Teknik
Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Jember,

Corresponding email ²⁾ :
kustanto1969@gmail.com

Received: 18.03.2022
Accepted: 10.06.2022
Published: 28.06.2022

©2022 Politala Press.
All Rights Reserved.

Santoso Mulyadi ¹⁾, Muh. Nurkhoyim Kustanto ²⁾, Cahya Alief Prasetyo ³⁾, Gaguk Jatisukanto ⁴⁾, Rika Dwi Hidayatul Qoryah ⁵⁾, Yuni Hermawan ⁶⁾, Mahros Darsin ⁷⁾

Abstrak. Mobil listrik merupakan kendaraan yang digerakkan oleh motor listrik, motor listrik memperoleh daya dari listrik yang tersimpan pada baterai. Chassis merupakan komponen yang penting pada mobil listrik. Chassis merupakan bagian dari mobil listrik yang berfungsi sebagai penopang sistem dalam mobil listrik, pada chassis terdapat tegangan maksimal dan minimal yang disebut tegangan prinsipal. Tegangan prinsipal ini menjadi referensi untuk menentukan keamanan dari chassis. Sehingga perlu mengetahui tegangan prinsipal pada chassis. Proses pengujian menggunakan dua driver yang masing – masing berat driver adalah 45 kg dan 56 kg. Pengujian dilakukan pada tiga titik yang berbeda pada chassis mobil listrik. Dari hasil pengujian tegangan prinsipal yang terjadi yaitu masing – masing $\sigma_1 = 3,3282$ MPa dan $\sigma_2 = 1,5429$ MPa pada driver 45 kg dan $\sigma_1 = 3,8233$ MPa dan $\sigma_2 = 2,1123$ MPa pada driver 56 kg. Tegangan prinsipal pada chassis masih dalam kondisi aman dikarenakan tidak melebihi tegangan luluh material chassis.
Kata Kunci: Chassis, Tegangan Prinsipal, Mobil Listrik

Abstract. Electric car is a vehicle that driven by an electric motor, the electric motor obtains power from electricity stored in the battery. Chassis is an important component in electric cars. Chassis is part of an electric car that functions as a support system in an electric car. In the chassis there is a maximum and minimum stress called the principal stress. This principal stress becomes a reference to determine the safety of the chassis. So it is necessary to know the principal stress on the chassis. The process uses two drivers, each of which weighs 45 kg and 56 kg. The tests were carried out at three different points on the electric car chassis. From the results of the principal stress test, $\sigma_1 = 3.3282$ MPa and $\sigma_2 = 1.5429$ MPa for the 45 kg driver and $\sigma_1 = 3.8233$ MPa and $\sigma_2 = 2.1123$ MPa for the 56 kg driver. The principal stress on the chassis is still in a safe condition because it does't exceed the yield stress of the chassis material.
Keywords: Chassis, Principal Stress, Electric Car

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.189>

1. Pendahuluan

Untuk memudahkan mobilitas orang dari suatu lokasi ke lokasi berbeda perlu dikembangkan teknologi kendaraan secara terus menerus. Kendaraan sangat diperlukan untuk kegiatan orang untuk mobilitas dari satu tempat ke tempat yang berbeda [1]. Kendaraan berbahan bakar fosil adalah kendaraan yang beredar di masyarakat. Berkembangnya teknologi kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak kendaraan dan berpindahannya penggerak kendaraan dari motor bahan bakar fosil menjadi motor listrik dipicu oleh revolusi industri 3.0.

Mobil listrik merupakan kendaraan yang digerakkan oleh motor listrik, daya yang digunakan untuk menggerakkan motor dihasilkan dari daya yang disimpan di dalam baterai [2]. Mobil listrik mulai berkembang

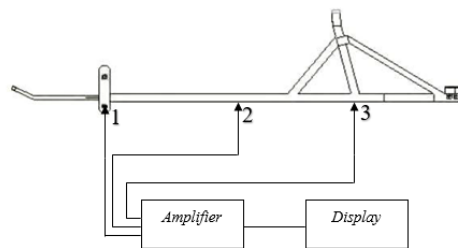
pada revolusi industri 3.0 yaitu pada abad ke-19. Perkembangan mobil bertenaga listrik ini memiliki tujuan dalam menggantikan kendaraan berbahan bakar fosil sehingga kendaraan menjadi ramah lingkungan. Pemerintah Indonesia menggagaskan rencana untuk menurunkan efek rumah kaca yang terjadi di Indonesia sebesar 26% melalui usaha dalam negeri [3].

Komponen penting yang dimiliki oleh kendaraan adalah rangka (*chassis*). *Chassis* memiliki fungsi sebagai tempat untuk dudukan motor, *body* kendaraan, sistem suspensi, sistem pengereman dan sistem kelistrikan agar kendaraan dapat berjalan dengan baik [4]. Oleh karena itu, pada konstruksi *chassis* dapat menunjang keselamatan dan keamanan dari *driver*. Dalam menentukan keselamatan dan keamanan dari *chassis* dapat dicari menggunakan tegangan yang terjadi pada *chassis*. Dalam menentukan faktor keamanan dibutuhkan nilai tegangan maksimum dan minimum dari suatu tegangan pada titik atau bidang dimana tegangan itu bekerja. Nilai tegangan maksimum dan minimum disebut Tegangan Prinsipal [5]. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besar tegangan prinsipal dan nilai *safety factor* pada *chassis* mobil listrik *prototype*.

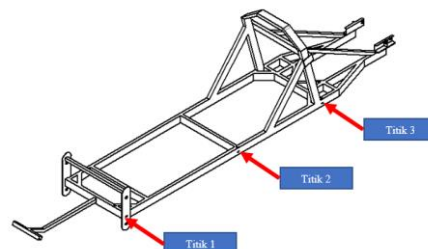
2. Metodologi

Rancangan Penelitian

Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara eksperimental pada *chassis* mobil listrik tipe *prototype* sehingga mendapatkan tegangan prinsipal yang bekerja pada *chassis* mobil listrik. Skema pengujian ditunjukkan pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Skema alat uji



Gambar 2. Titik pemasangan sensor

Obyek Penelitian

Penelitian ini menggunakan *chassis* mobil listrik *prototype* sebagai obyek yang diteliti. Kemudian variabel penelitian adalah beban *driver* (kg) sebagai variabel bebas, sedangkan tegangan prinsipal ($\sigma_{1,2}$) dan *safety factor* (*sf*) adalah variabel terikatnya.

Tegangan Normal

Data beban yang dihasilkan dikonversi dan diolah menjadi tegangan normal. Tegangan normal dapat dicari menggunakan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan

σ = Tegangan (Pa)

P = Beban (N)

A = Luas penampang (m^2)

Tegangan Geser

Dalam mencari tegangan geser pada suatu penampang dapat menggunakan persamaan:

$$\tau = \frac{VQ}{Ib} \quad (2)$$

Keterangan

- τ = Tegangan geser (Pa)
- V = Gaya geser (N)
- Q = Momen pertama pada bidang (m^3)
- I = Momen inersia (m^4)
- b = Lebar penampang (m)

Tegangan Prinsipal

Nilai maksimum dan minimum tegangan yang terjadi pada suatu titik adalah tegangan prinsipal [5]. Nilai tegangan prinsipal dapat dicari menggunakan persamaan:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (3)$$

Keterangan:

- $\sigma_{1,2}$ = Tegangan prinsipal (Pa)
- $\sigma_{x,y}$ = Tegangan normal (Pa)
- τ_{xy} = Tegangan geser (Pa)

Lingkaran Mohr

Metode yang digunakan untuk menghitung tegangan geser dan tegangan prinsipal yang bekerja pada suatu elemen atau struktur [6]. Untuk menggambar lingkaran mohr dapat menggunakan persamaan:

$$R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (4)$$

Keterangan:

- R = Radius lingkaran mohr (Pa)
- $\sigma_{x,y}$ = Tegangan normal (Pa)
- τ_{xy} = Tegangan geser (Pa)

Tegangan Von Mises

Kegagalan suatu material yang diakibatkan oleh beban statik dapat diprediksi menggunakan suatu teori kegagalan. Salah satu teori kegagalan yang dapat digunakan adalah teori tegangan *Von Mises*. Kegagalan terjadi apabila nilai tegangan *Von Mises* mencapai nilai tegangan luluh suatu material [7]. Tegangan *Von Mises* dapat dicari dengan persamaan:

$$\sigma_{vm} = \frac{1}{\sqrt{2}} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]^{1/2} \quad (5)$$

Keterangan

- σ_{vm} = Tegangan *Von Mises* (Pa)
- $\sigma_{1,2,3}$ = Tegangan prinsipal (Pa)

Safety Factor

Teori yang dapat dipakai dalam mengevaluasi suatu perencanaan dari suatu konstruksi adalah teori *safety factor*, untuk mengevaluasi suatu konstruksi dibutuhkan tegangan yang tertinggi yang terjadi pada setiap beban sebagai acuannya [8]. *Safety factor* dapat dicari dengan persamaan:

$$sf = \frac{\sigma_y}{\sigma_{vm}} \quad (6)$$

Keterangan:

sf = Safety factor

σ_y = Tegangan luluh (Pa)

σ_{vm} = Tegangan Von Mises (Pa)

3. Hasil dan Pembahasan Analisa Tegangan Prinsipal

Hasil pengujian pada titik 1 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian pada titik 1

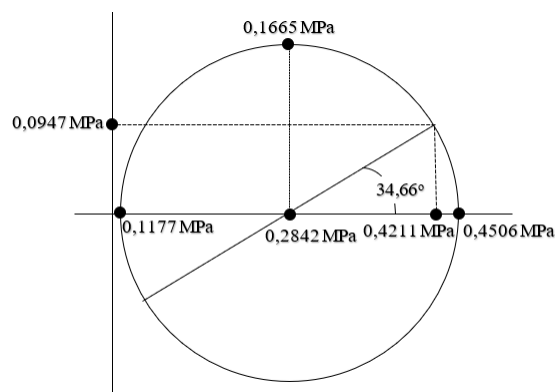
Berat Driver (kg)	σ_{normal} (MPa)	τ_{xy} (MPa)
45	0,4211	0,0947
56	0,7016	0,1578

Langkah berikutnya yaitu dari data pada Tabel 1, dapat digunakan untuk menghitung nilai tegangan prinsipal dapat dilihat pada Tabel 2.

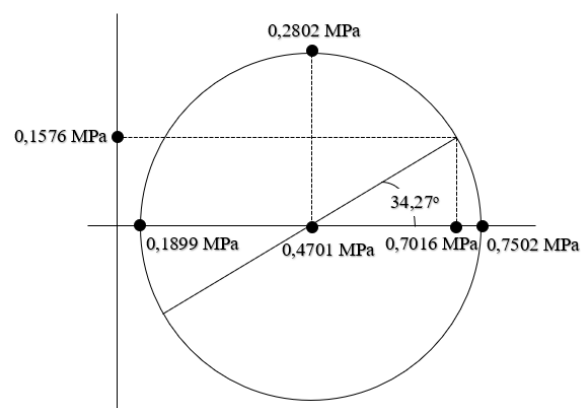
Tabel 2. Hasil perhitungan tegangan prinsipal pada titik 1

Berat Driver (kg)	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	τ_{max} (MPa)
45	0,4506	0,1177	0,1665
56	0,7502	0,1899	0,2802

Hasil perhitungan tegangan prinsipal pada Tabel 2, maka dapat digunakan untuk menggambar lingkaran mohr.



Gambar 3. Lingkaran mohr pada titik 1 dengan driver 45 kg



Gambar 4. Lingkaran mohr pada titik 1 dengan driver 56 kg

Berdasarkan hasil dari Tabel 2, dapat digunakan untuk menggambar lingkaran mohr yang dilihat pada Gambar 3. dan Gambar 4.

Hasil pengujian pada titik 2 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian pada titik 2

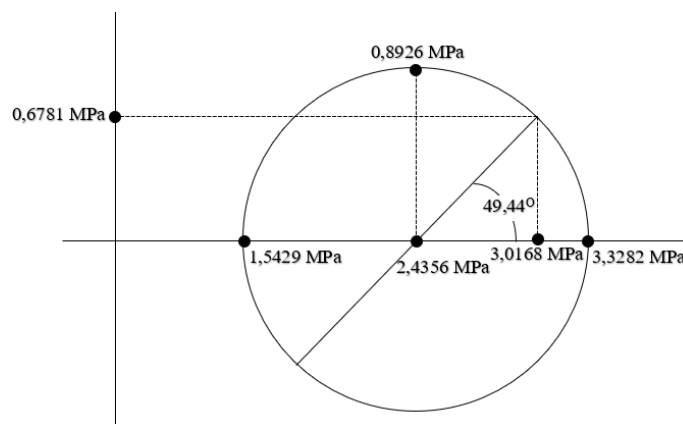
Berat Driver (kg)	σ_{normal} (MPa)	τ_{xy} (MPa)
45	3,0168	0,6782
56	3,3664	0,7569

Langkah berikutnya yaitu dari data pada Tabel 3, dapat digunakan untuk menghitung nilai tegangan prinsipal dapat dilihat pada Tabel 4.

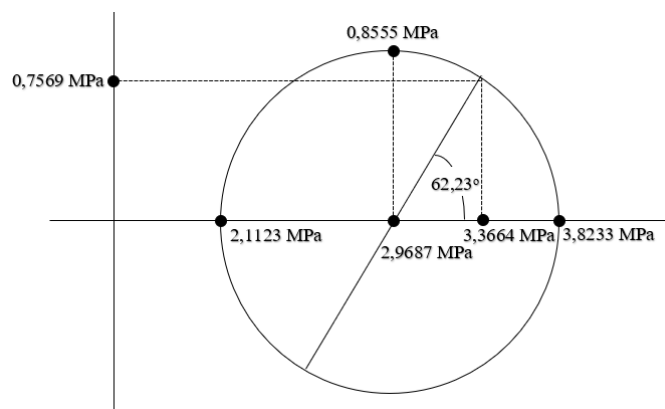
Tabel 4. Hasil perhitungan tegangan prinsipal pada titik 2

Berat Driver (kg)	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	τ_{max} (MPa)
45	3,3282	1,5429	0,8926
56	3,8233	2,1123	0,8555

Dari hasil perhitungan tegangan prinsipal pada Tabel 4, maka dapat digunakan untuk menggambar lingkaran mohr.



Gambar 5. Lingkaran mohr pada titik 2 dengan driver 45 kg



Gambar 6. Lingkaran mohr pada titik 2 dengan driver 56 kg

Berdasarkan hasil dari Tabel 4, dapat untuk digunakan untuk menggambar lingkaran mohr yang dilihat pada Gambar 5, dan Gambar 6.

Hasil pengujian pada titik 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian pada titik 3

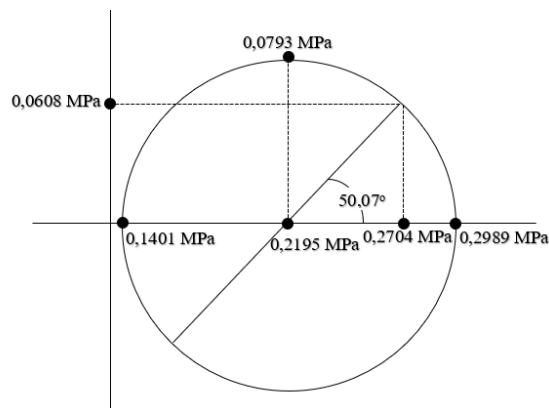
Berat Driver (kg)	σ_{normal} (MPa)	τ_{xy} (MPa)
45	0,2704	0,0608
56	0,3016	0,0677

Langkah berikutnya yaitu dari data pada Tabel 5, maka dapat digunakan untuk menghitung nilai tegangan prinsipal dapat dilihat pada Tabel 6.

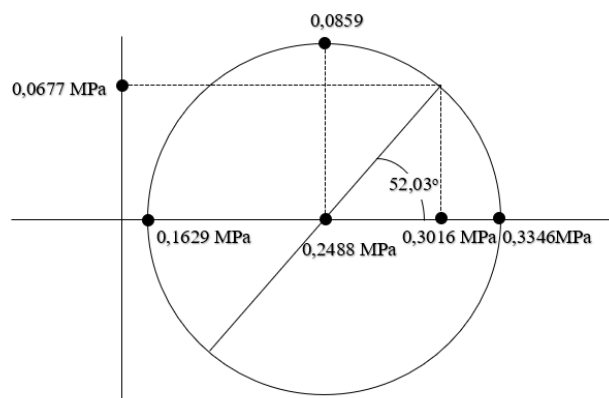
Tabel 6. Hasil perhitungan tegangan prinsipal pada titik 3

Berat Driver (kg)	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	τ_{max} (MPa)
45	0,2989	0,1402	0,0793
56	0,3346	0,1629	0,0859

Dari hasil perhitungan tegangan prinsipal pada Tabel 6, maka dapat digunakan untuk menggambar lingkaran mohr.



Gambar 7. Lingkaran mohr pada titik 3 dengan driver 45 kg



Gambar 8. Lingkaran mohr pada titik 3 dengan driver 56 kg

Berdasarkan hasil dari Tabel 6, dapat untuk digunakan untuk menggambar lingkaran mohr yang dilihat pada Gambar 7, dan Gambar 8.

Analisa Von Mises

Hasil perhitungan tegangan prinsipal diatas dapat digunakan untuk menghitung nilai *Von Mises*. Nilai *Von Mises* yang terjadi pada *chassis* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai σ_{vm} pada chassis

Berat Driver (kg)	σ_{vm} titik 1 (MPa)	σ_{vm} titik 2 (MPa)	σ_{vm} titik 3 (MPa)
45	0,4048	2,8848	0,2589
56	0,6756	3,3171	0,2898

Berdasarkan Tabel 7, dapat disimpulkan bahwa *chassis* tidak mengalami kegagalan dikarenakan nilai σ_{vm} tidak melebihi tegangan luluh Al 6061, dimana tegangan luluh Al 6061 adalah 276 MPa.

Safety factor

Hasil perhitungan *Von Mises* pada Tabel 7, dapat digunakan untuk menghitung nilai *safety factor*. Nilai *safety factor* yang terjadi pada *chassis* dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Nilai safety factor pada chassis

Berat Driver (kg)	Safety factor pada titik 1	Safety factor pada titik 2	Safety factor pada titik 3
45	681,7941	95,6725	1065,715
56	408,521	83,2044	952,2244

Berdasarkan Tabel 8. dapat disimpulkan bahwa *chassis* masih didalam batas aman, dikarenakan nilai *safety factor* terkecil masih melebihi nilai 1.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian didapatkan tegangan prinsipal pada chassis mobil listrik *prototype* dengan beban *driver* 45 kg adalah sebesar $\sigma_1 = 3,3282$ MPa dan $\sigma_2 = 1,5429$ MPa dan pada beban *driver* 56 kg sebesar $\sigma_1 = 3,8233$ MPa dan $\sigma_2 = 2,1123$ MPa. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan tegangan prinsipal pada *chassis* masih dalam kondisi aman dikarenakan tidak melebihi tegangan luluh material chassis. Nilai *safety factor* yang didapat dari chassis masing – masing 95,6725 pada beban driver 45 kg dan 83,2044 pada beban driver 56 kg, chassis dapat dianggap aman apabila nilai *safety factor* melebihi nilai 1.

Daftar Pustaka

- [1] Kurniawan, Anggi, “Analisis Kekuatan Struktur *Crane Hook* Dengan Perangkat Lunak Elemen Hingga Untuk Pembebanan 20 Ton”, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, 2014.
- [2] Fauzi, Helmi, “Analisis Tegangan Pada Frame Mobil Listrik Sinosi Menggunakan Metode Elemen Hingga”, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember, 2013.
- [3] Momon dan Astuti, Dwi, “Strategi Penurunan Emisi Gas Buang Kendaraan di Kota Padang”, Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Kebijakan Pembangunan.*, Vol.15, No.1, 2020.
- [4] Saputra, I Nyoman Adi., dkk, “Analisis Tegangan Statik Pada Rancang Frame Mobil Listrik Ganesha Sakti (Gaski) Menggunakan Software Solidworks 2014”, *JJTM.*, Vol 6, No. 02, 2018.
- [5] Isworo, Hajar dan Fauzan, Rahman, “Analisis Tegangan Pada Gripper Pencekam Botol Menggunakan Simulasi”, Program Studi Teknik Otomotif, Politeknik Hasnur. *Jurnal Sains dan Terapan Politeknik Hasnur.*, Vol.03, No.02, 2015.
- [6] Gere, J.M. dan Timoshenko, S.P., *Mechanic of Material*, Forth Edition, PWS Publishing Company, Terjemahan Suryoatmono, Bambang., *Mekanika Bahan*, Erlangga, Jakarta, 2000.
- [7] Logan, Daryl L., *A First Course in the Finite Element Method*, Forth Edition, Thomson Canada Limited, Ontario, 2007.
- [8] Mulyatno, Imam Puji., dkk, “Analisis Kekuatan Konstruksi *Internal Ramp* Sistem *Steel Wire Rope* Pada KM. Dharma Kencana VIII Dengan Metode Elemen Hingga, *Jurnal Kapal* Vol.11, No.02, 2014.