

## ANALISIS MATERIAL *ROLLBAR* TERHADAP

### KEAMANAN DRIVER MOBIL LISTRIK TIPE PROTOTYPE

M Agus Surya<sup>1</sup>, Mokh. Hairul Bahri<sup>2</sup>, Kosjoko<sup>3</sup>, Asroful Abidin<sup>4</sup>, Nurhalim<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Jember 1 ; [agussurya004@gmail.com](mailto:agussurya004@gmail.com)

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Jember 2 ; [mhairulbahri@unmuhjember.ac.id](mailto:mhairulbahri@unmuhjember.ac.id)

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Jember 3 ; [kosjoko@unmuhjember.ac.id](mailto:kosjoko@unmuhjember.ac.id)

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Jember 4 ; [asrofulabidin@unmuhjember.ac.id](mailto:asrofulabidin@unmuhjember.ac.id)

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Jember 5 ; [nuhalim@unmuhjember.ac.id](mailto:nuhalim@unmuhjember.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.xxxxx/xxxxx>

\*Correspondensi: Nurhalim

Email: [nuhalim@unmuhjember.ac.id](mailto:nuhalim@unmuhjember.ac.id)

Published: Januari, 2024



**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstrak:** Industri otomotif terus berkembang dengan pesat, khususnya dalam pengembangan teknologi mobil listrik sebagai salah satu upaya untuk pengurangan emisi gas rumah kaca. Disamping itu, adanya mobil listrik ini memiliki keunggulan dibidang efisiensi energi dan lingkungan. Namun, aspek keamanan pengemudi penting untuk diperhatikan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan jarak *rollbar* dengan posisi pengemudi terhadap tingkat keamanan dalam situasi kecelakaan pada kompetisi lomba mobil listrik (KMLI). Penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain *chasis* mobil listrik tipe tubular dengan menggunakan material dan sudut *rollbar* dengan melakukan uji stress, *displacement*, dan *factor of safety*. Analisis simulasi menggunakan *software autodesk inventor 2019*. Penelitian menghasilkan kesimpulan yaitu simulasi pembebanan pada desain *chasis* dengan menggunakan material aluminium 6061-T6 menghasilkan nilai tegangan 29.4194 MPa, *displacement* 0.0942121 mm, dan *factor of safety* 15 ul, sedangkan desain *chasis* menggunakan material aluminium 6063-T1 menghasilkan nilai tegangan 86.0514 MPa, *displacement* 0.0993425 mm, dan *factor of safety* 15 ul. Dari kedua hasil analisis simulasi tersebut, bahwa desain *rollbar* menggunakan material aluminium 6061-T6 mempunyai tingkat keamanan yang lebih baik.

**Keywords:** *Rollbar* 1; Keamanan 2; Otomotif 3.

## PENDAHULUAN

Industri otomotif terus berkembang dengan pesat, khususnya dalam pengembangan teknologi mobil listrik sebagai salah satu upaya penggunaan energi alternatif. Berdasarkan studi literatur penelitian (Fatkhurrozak, 2016) mobil listrik tipe prototype merupakan salah satu inovasi terkini yang menarik perhatian karena keunggulan efisiensi energi dan lingkungan. Namun, aspek keamanan dalam mobil listrik tipe prototype perlu menjadi fokus utama. Salah satu elemen krusial dalam keamanan kendaraan adalah roll bar, yang bertanggung jawab untuk melindungi pengemudi dalam situasi kecelakaan. Studi tentang material *rollbar* menjadi penting karena faktor ini sangat memengaruhi tingkat keamanan dalam kendaraan (Sintanu, 2022).

Studi yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lainnya telah menjadi dasar penting dalam pengembangan desain *rollbar* yang lebih efektif dalam melindungi pengemudi dalam situasi yang berpotensi membahayakan. Selain itu, beberapa penelitian juga menggali aspek ergonomi dalam desain *rollbar* dan

implikasinya terhadap keamanan pengemudi. Aspek ergonomi dapat membantu dalam merancang kondisi yang efektif, aman, sehat, nyaman, dan juga efisien (Shantika dkk, 2018). Mempertimbangkan faktor-faktor seperti ketinggian, posisi duduk, dan kenyamanan pengemudi, penelitian ini memberikan wawasan yang lebih komprehensif berdasarkan penelitian (Utomo dkk, 2017) tentang bagaimana desain *rollbar* yang optimal tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga menjaga kenyamanan pengemudi dalam kondisi normal maupun darurat. Penelitian terkait *Roll Bar* telah dilakukan sebelumnya oleh (Harjono dan Widodo, 2021) dengan cara memberikan beban dari arah normal dengan beban minimum dari berat total kendaraan atau pada posisi kendaraan tanpa adanya pengemudi.

Perkembangan teknologi dalam desain *rollbar* telah mengalami evolusi yang signifikan, dari penggunaan logam yang lebih kuat hingga desain yang lebih ergonomis (Sahu dkk, 2018). Integrasi teknologi canggih dalam struktur *rollbar* seperti penggunaan material yang ringan tetapi kokoh, sistem sensor untuk mendeteksi kecelakaan, dan perancangan yang mempertimbangkan gaya dan tekanan yang berbeda telah menghadirkan *rollbar* yang lebih efisien dalam memberikan perlindungan maksimal pada pengemudi dan penumpang dalam keadaan darurat (Rahmandani, 2016). Menurut (Ward, 2014) kepatuhan terhadap standar keselamatan yang ditetapkan oleh badan otoritas seperti Euro NCAP, NHTSA, dan organisasi keselamatan kendaraan lainnya memainkan peran penting dalam memastikan kendaraan memenuhi standar yang ditetapkan untuk keamanan pengguna jalan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Saefudin dkk, 2023) menggunakan aluminium 6061-T6 dan aluminium 6063-T1 menilai material ini merupakan pilihan yang paling tepat karena Aluminium merupakan logam yang ringan sehingga akan mengurangi bobot kendaraan. Material ini dapat membantu membuat kendaraan lebih mudah dikendalikan dengan memberikan tingkat pengereman dan kemudi yang lebih baik. Aluminium juga menyerap getaran lebih baik dibandingkan baja, sehingga akan membantu melindungi pengemudi dari bahaya jika terjadi kecelakaan (Zaidani dan Mas'ud, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh (Zaidani dan Mas'ud, 2023) memiliki hasil setelah diuji kekuatannya melalui simulasi *Software Ansys Workbench*, maka nilai deformasi maksimum terjadi pada 0,12 mm untuk nilai tegangan 91,1 MPa atau lebih rendah 75% dari batas kekuatan luluh material Aluminium 6061-T6. Untuk faktor keamanan nilai 2,65, seluruh nilai tersebut masih memenuhi target standar yang ditetapkan peneliti mengacu pada penelitian terdahulu. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Yani dkk, 2021) Desain rangka optimal berdasarkan regulasi FSAE Jepang diperoleh dengan dimensi 1945 x 660 x 1320 mm dan massa 48,9 kg. Setelah melalui 3 macam simulasi, yaitu rangka yang dirancang mendapat faktor keamanan 7,72 pada Static Vertical Bending Test, 1,51 pada Uji Kekakuan Torsional, dan 1,27 pada uji tumbukan sehingga desain rangka ini mampu dikatakan aman untuk digunakan.

Pemerintah Indonesia telah melakukan upaya untuk menjaga dan merawat kondisi lingkungan dari pencemaran oleh bahan bakar fosil dengan melakukan kerjasama bersama KEMRISTEK melalui ajang lomba yang dapat diikuti berbagai Universitas di Indonesia yaitu Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI) (Hamidi dkk, 2022). Selain itu, kompetisi pelajar merupakan salah satu implementasi pembelajaran. Itu kompetisi mendorong siswa untuk membangun sesuatu berdasarkan apa yang mereka pelajari di kelas. Formula Student (FS), *Shell Eco Marathon* (SEM), Kompetisi Mobil Hemat Energi (KMHE), dan Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI) adalah contoh mahasiswa perlu membuat mobil untuk bersaing (Winarbawa, 2021). Kompetisi yang dilaksanakan tersebut memiliki regulasi yang berbeda-beda, termasuk dengan desain *rollbar*. Standar keselamatan dan pedoman desain *rollbar* tidak hanya menjadi panduan bagi produsen dalam

memenuhi regulasi, tetapi juga merupakan aspek penting dalam menciptakan kendaraan yang lebih aman bagi pengguna jalan (Nabil dkk, 2019).

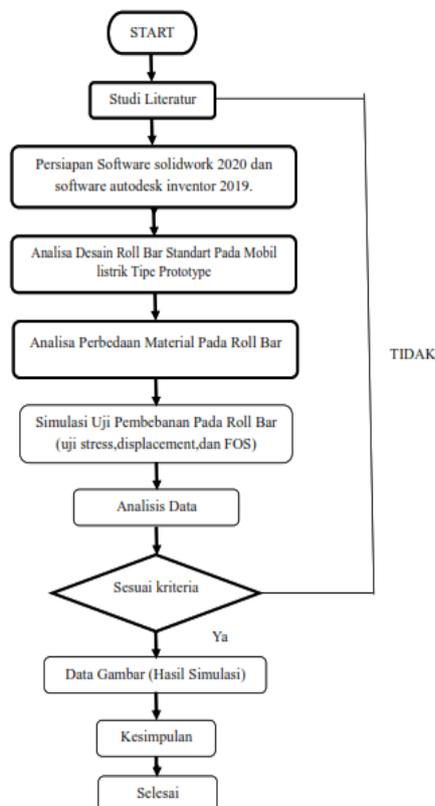
Menurut (Isworo, 2017) adopsi standar keselamatan yang tepat dalam desain *rollbar* merupakan kunci untuk menciptakan kendaraan yang lebih aman dan meminimalkan risiko cedera pada pengguna kendaraan. Beberapa peneliti fokus pada perbedaan jarak dapat mempengaruhi tingkat perlindungan yang diberikan oleh *rollbar* pada saat terjadi tabrakan atau kecelakaan sehingga masih belum ada penelitian yang berfokus pada material roll bar. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan desain *rollbar chassis* mobil listrik tipe tubular dengan nilai kekuatan material analisis simulasi stress, *displacement* dan *factor of safety*.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan analisis simulasi desain *rollbar chassis* mobil listrik tipe tubular. Penelitian diawali dengan melakukan studi literatur yang digunakan untuk pengumpulan data. Selanjutnya dilakukan observasi di lapang dan dilanjutkan dengan perancangan desain *chassis* yang memiliki ukuran sesuai regulasi atau pedoman KMLI 2023. Perancangan desain *rollbar chassis* penelitian ini menggunakan pipa aluminium 6061-T1 dan 6061-T6.

### Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 1. merupakan rencana tahapan yang memuat sebuah jalur proses analisis simulasi, sehingga mempunyai integritas sesuai dengan metode penelitian.



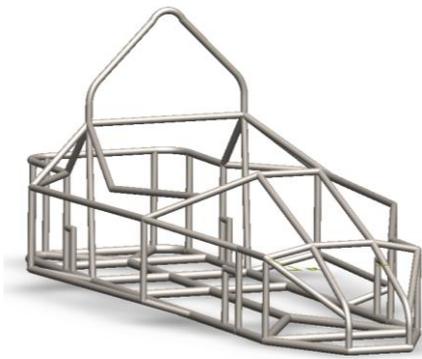
Gambar 1. Alur penelitian

## Perangkat Penelitian

Pada penelitian ini, *software* solidwork 2020 digunakan untuk mendesain keseluruhan rangka mobil listrik termasuk desain *rollbar*. Pada penelitian ini *software autodesk inventor* 2019 digunakan untuk simulasi uji pada *rollbar* mobil listrik dengan analisis yang dilakukan pengujian stress, *displacement* dan *factor of safety*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil desain *chasis* mobil listrik prototype dibuat menggunakan *software* 3D solidworks 2020 seperti pada Gambar 2. dan Gambar 3. Desain *chasis* dan *rollbar* yang telah dibuat akan dilakukan simulasi dengan menggunakan *software autodesk inventor* 2019 dengan jenis material yang berbeda, yaitu aluminium 6061-T6 dan 6063-T1 untuk mendapatkan nilai maksimum stress, *displacement* dan *factor of safety* dari hasil analisis statik. Sedangkan detail hasil analisisnya dapat dilihat pada analisis report yang Penulis sajikan. Hasil simulasi didapatkan nilai maksimum stress, *displacement* dan *factor of safety* pada analisis statik obyek mobil listrik prototype tersebut.



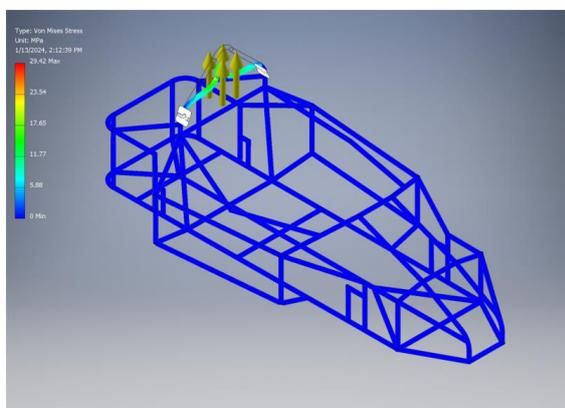
Gambar 2. Desain Rangka Mobil Listrik



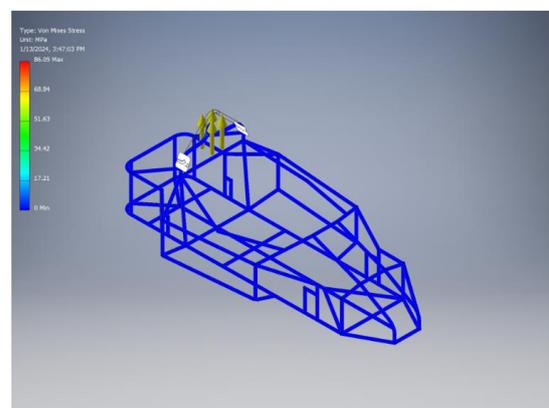
Gambar 3. Roll Bar Mobil Listrik Gambar

## Stress Material

Hasil uji simulasi tegangan (stress) pada *rollbar* menggunakan aluminium 6061-T6 dan 6063-T1 disajikan pada gambar 4 dan 5 berikut.



Gambar 4. Uji Stress Rollbar (6061-T6)

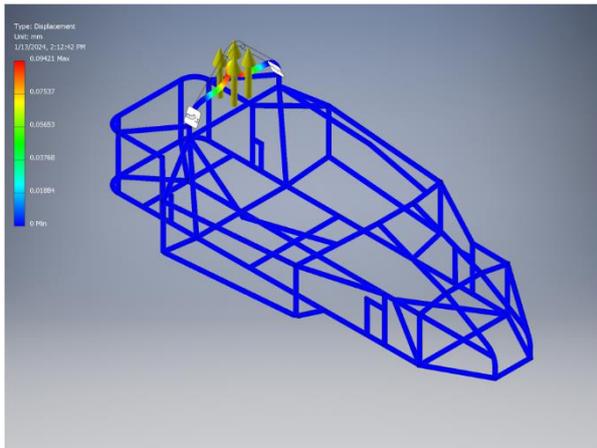


Gambar 5. Uji Stress Rollbar (6063-T1)

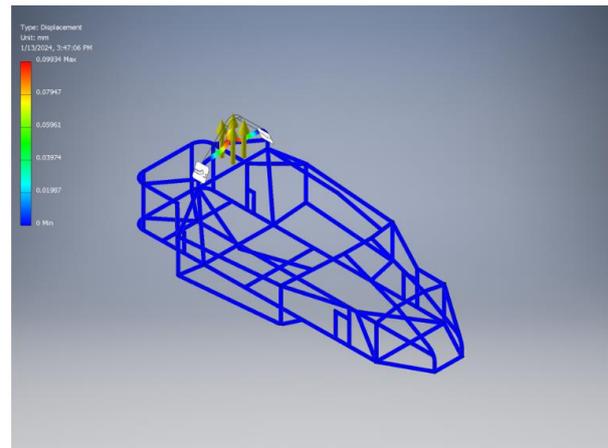
Berdasarkan Gambar 4. didapatkan nilai stress pada *rollbar* jenis material alumunium 6061-T6 mengalami tegangan maksimum 29.4194 MPa. Sedangkan pada Gambar 5. didapatkan nilai stress pada *chasis* jenis material alumunium 6063-T1 mengalami tegangan maksimum 86.0514 MPa.

### Displacement

Hasil uji simulasi *displacement* pada *rollbar* menggunakan alumunium 6061-T6 dan 6063-T1 disajikan pada gambar 6 dan 7 berikut.



Gambar 6. Uji *Displacement Rollbar* (6061-T6)

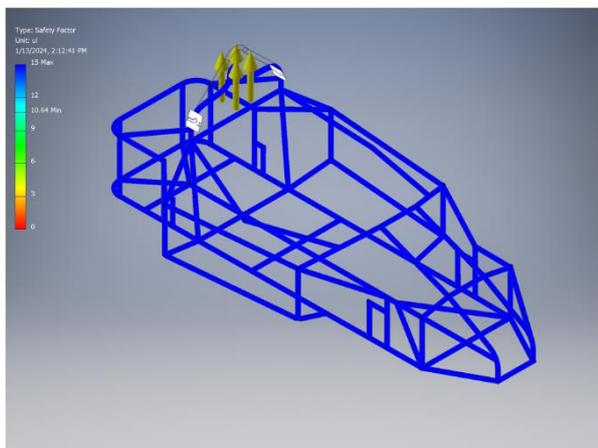


Gambar7. Uji *Displacement Rollbar* (6063-T1)

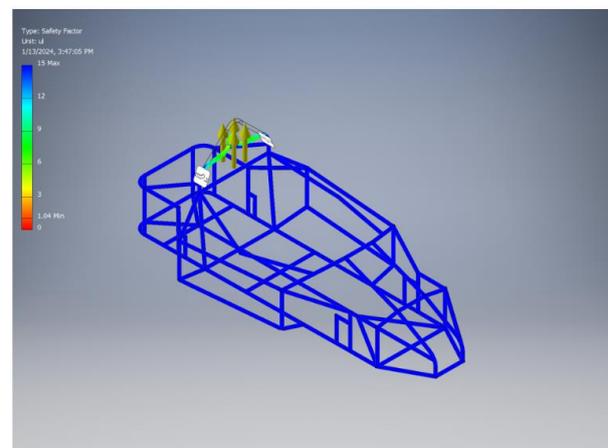
Hasil analisis uji *displacement* pada Gambar 6. dengan material alumunium 6061-T6 adalah maksimum 0.0942121 mm. Sedangkan pada Gambar 7. dengan material alumunium 6063-T1 adalah maksimum 0.0993425 mm.

### Factor of safety

Hasil uji simulasi *factor of safety* pada *rollbar* menggunakan alumunium 6061-T6 dan 6063-T1 disajikan pada gambar 8 dan 9 berikut.



Gambar 8. Uji *Factor of safety Rollbar* (6061-T6)



Gambar 9. Uji *Factor of safety Rollbar* (6063-T1)

Uji *Factor of safety* yang telah dilakukan mendapatkan hasil pada Gambar 8 dengan aluminium 6061-T6 maksimum 15 ul dan minimum 10.6392 ul, sedangkan pada Gambar 9 menggunakan aluminium 6063-T1 maksimum 15 ul dan minimum 1.04161 ul.

Tabel 1. Perbandingan Material Alumunium

Paramater Simulasi	Jenis Material Alumunium	
	6061-T6	6063-T1
Volume	4033220 mm <sup>3</sup>	4033220 mm <sup>3</sup>
Massa	106.79 N	106.79 N
Von Mises Stress (Max)	29.4194 MPa	86.0514 MPa
<i>Displacement</i> (Max)	0.0942121 mm	0.0993425 mm
Faktor of Safety (Max)	15 ul	15 ul
Faktor of Safety (Min)	10.6392 ul	1.04161 ul

Berdasarkan hasil simulasi perbandingan kedua tipe material pada Tabel 1 terhadap uji stress, *displacement* dan *factor of safety* dengan material yang telah ditentukan menunjukkan hasil yang baik yaitu memiliki tingkat keamanan yang baik.

## SIMPULAN

Penggunaan material *rollbar* pada mobil listrik menggunakan dua material yang berbeda yaitu aluminium 6061-T6 dan aluminium 6063-T. Uji simulasi pembebanan pada *rollbar* pada desain *chasis* dengan menggunakan material aluminium 6061-T6 menghasilkan nilai tegangan 29.4194 MPa, *displacement* 0.0942121 mm dan *factor of safety* 15 ul. *Rollbar* menggunakan material aluminium 6063-T1 menghasilkan nilai tegangan 86.0514 MPa, *displacement* 0.0993425 mm dan *factor of safety* 15 ul. Dari kedua hasil simulasi tersebut dapat disimpulkan bahwa desain *Roll Bar* menggunakan material aluminium 6061-T6 mempunyai tingkat keamanan yang lebih baik dibandingkan dengan material pembanding lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fatkhurrozak, F. (2016). Instalasi wiring controller mobil listrik tuxuci. *Nozzle*, 5(1), 109–112.
- Hamidi, C. H., Sunardi, A., & Ariansyah, R. (2022). Aerodynamic Simulation on Roof for 3,000 Watt Electric Car With Ansys R1 2022 Modeling. *Journal of Global Engineering Research and Science*, 1(1), 29–35. <https://doi.org/10.56904/jgers.v1i1.6>
- Harjono, D., & Widodo, W. (2021). Analisis Sistem Penggerak Motor BLDC Pada Mobil Listrik Ponocar. *Jurnal ELIT*, 2(1), 11–22. <https://doi.org/10.31573/elit.v2i1.212>
- Isworo, H. (2017). Permodelan Analisis Pengaruh Tinggi Main Roll Hoop terhadap Tegangan dan *Displacement* Pada Mobil Formula Student Automotive Engineering. *KINEMATIKA*, 2(1), 37–51.
- Nabil, T., El-Naghi, B. E., Saeed, M., Kamal, A., Gharib, E., Mohsen, M., & Ahmed, I. (2019). Design and Fabrication of Prototype Battery Electric Three Wheeled Vehicles. *Journal of Asian Electric Vehicles*,

---

17(2), 1823–1834. <https://doi.org/10.4130/jaev.17.1823>

- Rahmandani, V. S. (2016). Usulan Rancang Bangun Dan Penerapan Konsep Ergonomi Pada Ruang Kemudi Mobil Listrik Urban UEV-15. *Skripsi*, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Saefudin, E., Anggraeni, N. D., Marsono, M., & Azhari, S. (2023). Static Analysis of Tubular Space Frame Chassis of an Electric Racing Car Made of ASTM A106 Grade B. *METAL: Jurnal Sistem Mekanik Dan Termal*, 7(1), 15. <https://doi.org/10.25077/metal.7.1.15-22.2023>
- Sahu, Y., Ramachandran, N., Pandhavle, S., & Deshmukh, H. (2018). Design and Analysis of Tubular Space Frame Chassis for. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology [IJERT]*, 3(1), 124–128.
- Shantika, T., Firmansjah, E. T., & Naufan, I. (2018). Perancangan Chassis Type Tubular Space Frame Untuk Kendaraan Listrik. *Poros*, 15(1), 9. <https://doi.org/10.24912/poros.v15i1.1250>
- Sintanu, D. E. (2022). Perbandingan Pengelasan Tig Dengan Smaw Terhadap Kekuatan Sambungan Pipa Seamless Untuk Roll Bar. *Jurnal Syntax Admiration*, 3(6), 854–862.
- Utomo, S. M., Valentino, J. M., Halfina, B., Teknologi, P., Transportasi, P., Pengkajian, B., Ii, G. T., Puspiptek, K., & Selatan, T. (2017). Analisis Pembebanan Statik Pada Rangka Bogie Automatic People Mover System ( Apms ) Menggunakan Standar Uic-615 Dengan Finite Element Analysis Of Static Loading On Bogie Frame Automatic People Mover System ( Apms ) Using Uic-615 Standard With Finite Eleme. *M.P.I*, 11(2), 131–138.
- Ward, D. (2014). Standards and consumer information – the winning formula for vehicle safety in the UN Decade of Action. *Journal of the Australasian College of Road Safety*, 25(2), 38–40
- Winarbawa, H. (2021). Conceptual Design of Modular Chassis Jig of Student Competition Car. *International Journal of Applied Sciences and Smart Technologies*, 03(01), 125–130. <https://doi.org/10.24071/ijasst.v3i1.3428>
- Yani, I., Arifin, A., Jambak, A. I., Gunawan, G., Adanta, D., & Barlin, B. (2021). Chassis Frame Design and Analysis Based on Formula Sae Japan. *Indonesian Journal of Engineering and Science*, 2(2), 015–023. <https://doi.org/10.51630/ijes.v2i2.19>
- Zaidani, R., & Mas'ud, M. (2023). Designing Of The Ngalah Data Electric Car Frame Using The Finite Element Method. *Ocean Engineering : Jurnal Ilmu Teknik Dan Teknologi Maritim*, 2(3), 143–157.