



Penyempurnaan Desain dan Pembuatan *Shock Breaker* Belakang Tipe Pegas Sepeda Listrik

Alhafi Faidh Alisfahani¹, Syamsul Hadi^{2*}, Dimas Adam Wijaya³, Aura Krisna Jati⁴, Fengky Adie Perdana⁵, Pipit Wahyu Nugroho⁶, Talifatim Machfuroh⁷

^{1,3-7}Program Studi Diploma III, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

²Program Studi Doktor Terapan Optimasi Desain Mekanik, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: alhafifaidh31@gmail.com¹, syamsul.hadi@polinema.ac.id^{2*}, dimasadamwijaya@gmail.co³,

aura12jati@gmail.com⁴, fengkyadie@polinema.ac.id⁵, pipit.wahyu@polinema.ac.id⁶

*Penulis Korespondensi: syamsul.hadi@polinema.ac.id

Abstract. The problem lies in the load lock from the wheel arm, the BLDC motor whose distance cannot be adjusted, and the flywheel whose movement is less smooth than the original design. The purpose of refining the design is to obtain smooth movement and the position of the load lock from the wheel arm, the BLDC motor that can be adjusted to be ergonomic and optimal. The method of refining the design and manufacture of the rear shock breaker spring type electric bicycle through the stages of working load analysis, the need for the distance of the load setting position and the BLDC motor, calculating the construction strength, manufacturing components, assembling components, and evaluating the results of the shock breaker manufacture. The results of refining the design and manufacture of the rear shock breaker spring type electric bicycle show that the movement of the load lock position from the wheel arm and the BLDC motor is smooth, the flywheel must be balanced, the dimensions of the shock breaker device are 120 cm long, 49.5 cm wide, 155 cm high, 120 rpm rotation speed, 2 cm shock breaker movement distance, and 1.5 cm sideways movement deviation which implies being able to provide adequate damping for electric bicycle riders well.

Keywords: BLDC Motor; Electric Bicycle; Rear Shock Breaker; Springs; Trainer Tools.

Abstrak. Permasalahan terletak pada pengunci beban dari lengan roda, motor BLDC yang tidak dapat diatur jarak kedudukannya, dan roda gila yang kurang lancar pergerakannya dari desain semula. Tujuan penyempurnaan desain untuk memperoleh gerakan yang lancar dan kedudukan pengunci beban dari lengan roda, motor BLDC yang dapat diatur agar ergonomis dan optimal. Metode penyempurnaan desain dan pembuatan *shock breaker* belakang tipe pegas sepeda listrik melalui tahapan analisis beban yang bekerja, kebutuhan jarak kedudukan pengaturan beban dan motor BLDC, perhitungan kekuatan konstruksi, pembuatan komponen, perakitan komponen, dan evaluasi hasil pembuatan *shock breaker*. Hasil penyempurnaan desain dan pembuatan *shock breaker* belakang tipe pegas sepeda listrik menunjukkan bahwa gerakan dari kedudukan pengunci beban dari lengan roda dan motor BLDC adalah lancar, roda gila harus dilakukan *balancing*, dimensi perangkat *shock breaker* panjang 120 cm, lebar 49,5 cm, tinggi 155 cm, kecepatan putar 120 rpm, jarak gerak *shock breaker* 2 cm, dan penyimpangan gerak ke samping 1,5 cm yang implikasinya mampu memberikan peredaman yang memadai pada pengendara sepeda listrik dengan baik.

Kata Kunci: Alat Trainer; Motor BLDC; Pegas; Sepeda Listrik; *Shock Breaker* Belakang.

1. LATAR BELAKANG

Kebaruan (*gap analysis*) dari penyempurnaan desain dan pembuatan *shock breaker* adalah perubahan pada pengunci beban dari lengan roda dan kedudukan motor BLDC yang dapat diatur jaraknya yang sebelumnya berjarak tetap serta pergerakan roda gila tidak lancar yang dirubah dengan pemasangan bantalan gelinding pada porosnya.

Dalam konteks pendidikan vokasi dan teknik, pembelajaran sistem suspensi masih sering bersifat teoritis dan minim praktik karena keterbatasan media pembelajaran. Kondisi tersebut dapat menghambat pemahaman mahasiswa terhadap mekanisme kerja dan karakteristik mekanis komponen suspensi. Penggunaan trainer sebagai media pembelajaran

dinilai efektif karena mampu memberikan visualisasi langsung dan pengalaman praktik kepada mahasiswa. Trainer juga memungkinkan mahasiswa melakukan pengamatan, pengukuran, dan analisis secara langsung. Oleh sebab itu, penelitian difokuskan pada rekonstruksi rangka trainer *shock breaker* belakang tipe pegas sepeda listrik sebagai media pembelajaran praktikum yang diharapkan dapat meningkatkan mutu proses pembelajaran dan pemahaman mahasiswa terhadap sistem.

Dari beberapa penelitian terdahulu dinyatakan bahwa *Shock Breaker Trainer* adalah alat peraga edukatif yang didesain untuk memperlihatkan dan menjelaskan cara kerja sistem peredaman kejut (*shock absorber*) pada kendaraan bermotor yang terdiri dari komponen suspensi nyata pada rangka simulator, sehingga dapat diamati gerakan naik-turun, gaya redaman, dan reaksi pegas-fluida di dalam *Shock Breaker* (Anwardi dkk., 2024). Daya motor BLDC penggerak depan sepeda listrik untuk digunakan di kawasan perumahan dipakai 350W dengan 48V (Arman dkk., 2020). Trainer Kit Motor Listrik sebagai media pembelajaran praktikum menggunakan daya 273 W, 6 A, 47 V pada 1000 rpm (Firmansyah & Fiqry, 2025). Sepeda listrik dengan motor *brushless* berpenggerak roda belakang berkecepatan maksimum 27,1 km/jam telah dibuat untuk berat pengendara maksimum 100 kg (Tianur dkk., 2023). Spesifikasi kebutuhan motor BLDC yang sudah difabrikasi untuk sepeda listrik berdaya 350 W, 36 V dengan kecepatan 500 rpm, dan torsi 5,35 Nm, dan untuk sepeda motor listrik berdaya 3 kW, 72 V dengan kecepatan 1241,4 rpm, dan torsi 48,86 Nm (Muslimin dkk., 2023). Bahan *cast stainless steel* lebih baik, karena nilai *displacement* lebih kecil untuk pegas aktif 6 dengan karakteristik *overshoot* 55,3 % daripada bahan *carbon stainlees steels* pada 55,8 % (Laksana dkk., 2022). Pegas diberi beban 60kg, 80kg, 100kg, dan 120 kg untuk bahan ST 37 memiliki kinerja lebih baik daripada bahan dari AISI 1020 (Budi dkk., 2022). Hasil respon mahasiswa terhadap media trainer sistem pengisian angket pada beberapa aspek dinyatakan Sangat Baik dengan skor 3,88, sehingga dinyatakan bahwa media pembelajaran berupa trainer sistem pengisian angket tersebut sangat layak-baik (Ferdiansyah & Wailanduw, 2025).

Sepeda listrik diuji pada kondisi jalan berkecepatan maksimum 35 km/jam dengan waktu pencapaian kecepatan senilai 5 detik, tetapi saat kondisi jalan menanjak dengan elevasi 21°, kecepatan maksimum menurun menjadi 10 km/jam yang dicapai dalam waktu 10 detik yang berarti sepeda listrik mampu memenuhi kebutuhan untuk melewati jalan yang menanjak (Girawan dkk., 2022). Bahan bakar yang berasal dari minyak bumi sudah mulai menipis ketersediaannya, sehingga banyak orang atau perusahaan otomotif berlomba-lomba membuat model transportasi ramah lingkungan tanpa menggunakan bahan bakar minyak bumi (Ariyanto, 2016). *Shock absorber* merk K memiliki durasi defleksi yang lebih singkat pada 178,45-180,95

detik pada beban 100 kg daripada merk S yang mencapai 245,45-275,75 detik yang berarti bahwa merk K lebih responsif dalam mengelola beban, dengan durasi defleksi lebih rendah daripada merk S (Saputra, 2024). Kekuatan luluhan *shock absorber* merk Y hasil simulasi dengan Modul Simulation Express Solidworks pada Von Mises Stress maksimum dengan bahan AISI 347 *Annealed Stainless Steel* (SS) adalah 84,4 MPa yang lebih kecil daripada kekuatan luluhan bahan AISI 347 275 MPa, sehingga masih selamat untuk digunakan (Majanastra, 2013). Kekuatan *shock absorber* 2500 N/m akibat *annealing* pada 400 °C dengan beban W 1000N, temperatur *annealing* 450 °C senilai 2875 N/m, dan pada 500 °C senilai 2272N/m, berarti nilai konstanta kekuatan yang tepat terdapat pada temperatur suhu 450 °C dengan nilai konstanta pada W 1000 N 2875 N/m (Kusnanto dkk., 2024). Hasil desain analisis model massa-pegas-redaman satu derajat kebebasan (1-DOF) menunjukkan frekuensi natural senilai 1,11 Hz yang memenuhi standar kenyamanan (Setyawan dkk., 2025). Penggunaan tipe suspensi sebagai pengembangan dari konsep *swing arm* yang sebelumnya telah diterapkan pada mobil listrik Tuxuci 2.0 (Usman & Syarifudin, 2016).

2. KAJIAN TEORITIS

Desain pada pengunci beban dari lengan roda, jarak kedudukan motor BLDC yang tidak dapat diatur, dan roda gila yang kurang lancar pergerakannya ditemukan dalam desain *shock absorber trainer* sepeda listrik sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1. Design *Shock Breaker Trainer* yang Masih Terdapat Kekurangan.

Penyempurnaan desain dilakukan dengan memberikan gerakan yang lancar dan kedudukan pengunci beban dari lengan roda, motor BLDC dengan pengaturan geser (*slider*) yang dapat diatur, dan poros roda gila dipasangkan bantalan gelinding, sehingga lancar berputar yang desainnya melalui bantuan aplikasi software Fushion 360° yang dapat menampilkan hasil data desain secara rinci di beberapa bagian dari *Shock Breaker Traineer*.

Unit kerangka (*Bodies*, 1) dari perangkat Fusion 360° dapat ditampilkan rincian data desainnya sebelum dimodifikasi sebagaimana Gambar 2.



Bodies

Area : $2.436E+06 \text{ mm}^2$

Density : 0.008 g / mm^3

Mass : $2.381E+05 \text{ g}$

Volume : $3.033E+07 \text{ mm}^3$

Physical Material : Steel

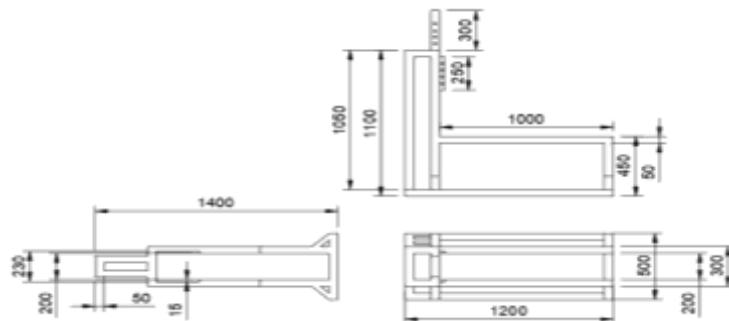
Appearance : Paint - Metallic (Black)

Center of Mass : $662.841 \text{ mm}, 250.124 \text{ mm}, 612.999 \text{ mm}$

Bounding Box : Length: 1200.00 mm , Width: 500.00 mm , Height: 1400.00 mm

Gambar 2. Data Desain Unit Kerangka (*Bodies*) dari Perangkat Fusion 360° Sebelum Dimodifikasi.

Desain kerangka sebelum dimodifikasi sebagaimana Gambar 3.



Gambar 3. Desain Kerangka *Shock Breaker Trainee* Sebelum Dimodifikasi.

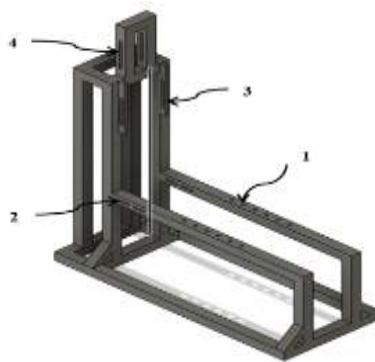
3. METODE PENYEMPURNAAN *TRAINER*

Metode penelitian menggunakan eksperimen sebagai tahap awal melalui modifikasi *Shock Breaker Trainer* sebagai media pembelajaran yang selanjutnya akan diperoleh kemudahan dalam penyesuaian jarak penyangga beban dengan *swing arm*, karena rangka beban terhubung dengan *swing arm* melalui *shock breaker*, kemudahan penyesuaian motor BLDC dengan roda gila (*fly wheel*) dengan sabuk V, sehingga tegangan sabuk V dapat diatur sesuai perhitungan, dan penyesuaian posisi roda gila yang dapat digunakan untuk pengujian ban roda sepeda listrik dalam berbagai ukuran diameter.

Pada *Shock Breaker Trainer* penggerak belakang digunakan Motor BLDC berdaya 2 kW, tegangan 72 V, dengan Baterai 18 A, bertegangan 72 V, durasi pengisian baterai/*charge* hingga penuh dibutuhkan waktu selama 2 jam dengan daya 648 W.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Kerangka yang disempurnakan dengan modifikasi melalui bagian-bagian nomor (1) pembuatan lubang-lubang tambahan pada desain rangka mendatar, (2) perubahan sistem penguncian dudukan motor BLDC menjadi kedudukan yang dapat digeser (*slider*), (3) perubahan penguncian *swing arm* menjadi *slider*, dan (4) perubahan penguncian penahan beban menjadi *slider* sebagaimana Gambar 4.



Part Name : Shock Absorber Trainer Body

Physical Material: Steel

Mass : 2.349E+05 g

Volume : 2.993E+07 mm³

Density : 0.008 g / mm³

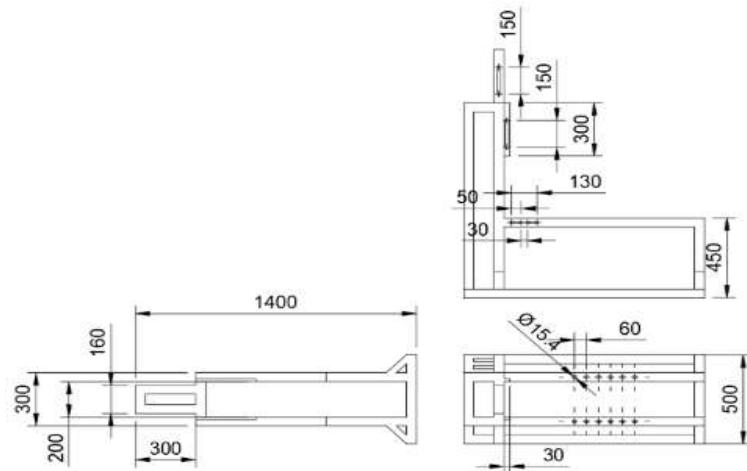
Area : 2.495E+06 mm²

Center of Mass: 414.937 mm, 250.125 mm, 412.273 mm

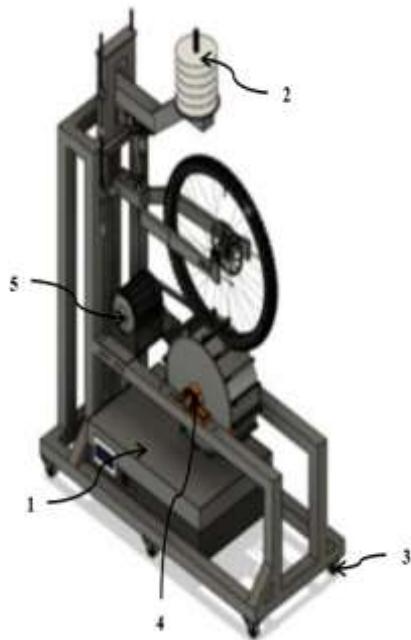
Bounding Box : Length: 1200.00 mm, Width: 500.00 mm, Height: 1400.00 mm

Gambar 4. Modifikasi Kerangka pada Bagian Nomor 1 sampai dengan Nomor 4.

Desain kerangka sesudah dimodifikasi menjadi berukuran panjang 1200 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 1400 mm sebagaimana Gambar 5.



Gambar 6. Desain Kerangka *Shock Breaker Trainer* Sesudah Dimodifikasi.
Hasil penyempurnakaan desain *Shock Breaker Trainer* sebagaimana Gambar 7.



- 1) Kotak Baterai
- 2) Beban Kerangka *Trainer*
- 3) Roda Kerangka *Trainer*
- 4) Rumah Bantalan Gelinding (*bearing housing*)
- 5) Motor BLDC
- 6) Roda Sepeda Listrik

Gambar 6. Hasil Penyempurnakaan Desain *Shock Breaker Trainer*.

Dari *shock breaker trainer* nantinya dapat diamati/dicatat gerakan naik-turun *shock breaker*, gaya redaman, dan durasi peredaman pegas di dalam *shock breaker* tersebut (Anwardi dkk., 2024). Dalam praktikum menggunakan *shock breaker trainer*, mahasiswa dapat mencatat jarak gerakan naik-turun *shock breaker*, gaya redaman, dan durasi peredaman pegas.

Respon mahasiswa terhadap media trainer sistem pengisian angket pada beberapa aspek dinyatakan sangat baik (skor 3,88, skala 4) (Ferdiansyah & Wailanduw, 2025), sehingga dapat dinyatakan bahwa media pembelajaran berupa trainer sistem pengisian angket beberapa aspek *shock breaker* adalah sangat layak-baik.

Shock absorber merk K memiliki durasi defleksi yang lebih singkat pada 179 detik pada beban 100 kg daripada merk S yang mencapai 255 detik (Saputra, 2024) atau sekitar 42% lebih cepat, yang berarti bahwa merk K lebih responsif dalam mengelola beban, dengan durasi defleksi lebih rendah daripada merk S. Pemilihan merk *shock absorber* mengikuti waktu respon yang lebih pendek.

Daya motor BLDC penggerak roda depan sepeda listrik untuk digunakan di kawasan perumahan dipakai 350W dengan 48V (Arman dkk., 2020) dan daya motor BLDC penggerak roda belakang dipakai 2 kW, tegangan 72 V, yang lebih kuat dengan Baterai 18 A, bertegangan 72 V, durasi pengisian baterai/*charge* hingga penuh dibutuhkan waktu selama 2 jam dengan daya 648 W.

Sepeda listrik dengan motor DC *brushless* berpenggerak roda belakang berkecepatan maksimum 27,1 km/jam telah dibuat untuk berat pengendara maksimum 100 kg (Tianur dkk., 2023). Berat pengguna sepeda listrik yang lebih ringan daripada 100 kg dapat mencapai kecepatan maksimum lebih dari 27 km/jam dengan *shock breaker trainer* jika diimplementasikan dalam bentuk sepeda listrik riil.

Motor BLDC yang sudah difabrikasi untuk sepeda listrik dengan spesifikasi kebutuhan umum dibuat untuk daya 350 W, 36 V dengan kecepatan 500 *rpm*, dan torsi 5,35 Nm, dan untuk sepeda motor listrik berdaya 3 kW, 72 V dengan kecepatan 1241,4 *rpm*, dan torsi 48,86 Nm (Muslimin dkk., 2023). Kebutuhan motor DC *brushless* 3 kW, 72 V telah tersedia di pasaran dengan kecepatan 1241,4 *rpm*, dan torsi 48,86 Nm.

Pilihan pegas *shock absorber* dapat dipakai dengan beban 60kg, 80kg, 100kg, dan 120 kg untuk bahan ST 37 yang memiliki kinerja lebih baik daripada bahan dari AISI 1020 (Budi dkk., 2022). Berat pengendara dan barang yang dibawa dapat mencapai 120 kg dengan pemilihan pegas dari bahan ST 37 yang tersedia.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penyempurnaan *shock breaker trainer* diantaranya: (1) Hasil penyempurnaan desain dan pembuatan *shock breaker* belakang tipe pegas sepeda listrik menunjukkan bahwa gerakan dari kedudukan pengunci beban dari lengan roda dan motor BLDC adalah dapat bergerak secara lancar, (2) Roda gila pada porosnya harus dipasang bantalan gelinding dan dilakukan *balancing* sebelum digunakan, dan (3) dimensi perangkat/*trainer* untuk *shock breaker* dengan panjang 120 cm, lebar 49,5 cm, tinggi 155 cm, kecepatan putar 120 rpm, jarak gerak *shock breaker* 2 cm, dan penyimpangan gerak ke samping 1,5 cm yang implikasinya mampu memberikan peredaman yang memadai pada pengendara sepeda listrik dengan baik.

Disarankan perlu perawatan pada bantalan gelinding dengan diberi *grease* secara periodik atau diganti jika sudah saatnya perlu diganti agar putarannya tetap lancar.

DAFTAR REFERENSI

- Anwardi, Pratiwi, G. N., Wibowo, R. P., Meilati, H., & Muadzin, P. (2024). Perancangan dan pengembangan treker shock breaker dengan pendekatan rasional. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 3(3), 281–294. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v3i3.305>
- Ariyanto, N. A. (2016). Analisa jenis pelumas suspensi depan sepeda motor listrik trail. *Jurnal Nozzle*, 5(2), 123–126. <https://doi.org/10.30591/nozzle.v5i2.809>
- Arman, Dullah, M. J., & Muhammad, A. K. (2020). Perancangan sepeda listrik menggunakan motor BLDC dengan penggerak depan untuk area perumahan. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat Bidang Ilmu Teknik Mesin, Industri, Energi Terbarukan, Teknologi Pertahanan* (pp. 90–96).
- Budi, S. S., Sanjaya, F. L., & Ayu, F. (2022). Perancangan sistem suspensi dan analisis pegas sepeda motor listrik PHB menggunakan finite element method (FEM). *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 5(1), 33–38. <https://doi.org/10.30596/rmme.v5i1.10261>
- Ferdiansyah, R., & Wailanduw, A. G. (2025). Pengembangan media pembelajaran trainer sistem pengisian menggunakan beban. *JPTM*, 14(1), 1–8.
- Firmansyah, & Fiqri, M. (2025). *Perancangan trainer kit motor listrik BLDC sebagai media pembelajaran* (Diploma thesis). Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. <http://repository.ppns.ac.id/id/eprint/6727>
- Girawan, B. A., Laksana, N. A. S., & Prabowo, D. (2022). Perancangan sepeda listrik Semoli untuk beban 80 kg. *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, 3(2), 1–7. <https://doi.org/10.35970/accurate.v3i2.1556>
- Kusnanto, H., Rizaly, A., & Pangestu, F. M. A. (2024). Peningkatan nilai konstanta kekakuan pada shock absorber bekas sepeda motor dengan proses annealing. *Jurnal ReSEM*, 2(1), 61–72. <https://doi.org/10.30651/resem.v2i1.20609>

- Laksana, N. A. S., Girawan, B. A., & Pribadi, J. S. (2022). Desain dan analisis karakteristik pegas koil sistem suspensi belakang untuk kendaraan ringan sepeda motor listrik. *Jurnal Infotekmesin*, 13(1), 59–66. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v13i1.908>
- Majanasasta, R. B. S. (2013). Analisis defleksi dan tegangan shock absorber roda belakang sepeda motor Yamaha Jupiter. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(1), 1–7. <http://ejournal-unisma.net>
- Muslimin, Dhyani, P. P., Luqyana, D., & Kristianto, D. J. (2023). Perancangan dan pembuatan prototipe motor listrik BLDC 350 dan 3000 watt. *Jurnal Mekanik Terapan*, 4(2), 78–83. <https://doi.org/10.32722/jmt.v4i2.5888>
- Saputra, G. E. (2024). Analisa shock absorber sepeda motor dengan alat uji mekanis. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 3(3), 291–312. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i3.4248>
- Setyawan, R. T., Gunawan, & Umira, S. (2025). Analisis perancangan suspensi belakang pada kendaraan listrik berbasis standar ISO 2631-1. *Jurnal Mekanik Terapan*, 6(2), 53–59. <https://doi.org/10.32722/jmt.v6i2.7533>
- Tianur, Nurcahyo, M. B. A., Rahmawaty, M., & Jaenudin, J. (2023). Rancang bangun sepeda listrik menggunakan motor DC brushless. *Jurnal Elementer*, 9(1), 151–159. <https://doi.org/10.35143/elementer.v9i1.5933>
- Usman, M. K., & Syarifudin. (2016). Rancang bangun suspensi belakang tipe swing arm pada mobil listrik Tuxuci 2.0. *Jurnal Nozzle*, 5(2), 140–144. <https://doi.org/10.30591/nozzle.v5i2.813>