

RANCANG BANGUN SISTEM Pengereman Jenis cakram pada kendaraan mobil listrik

Iрмаulan Batsani¹, Septian Trikusuma², Ria Candra Dewi²

¹Mahasiswa Program Studi D3 Teknik Otomotif, Politeknik Baja Tegal

²Program Studi D3 Teknik Otomotif, Politeknik Baja Tegal

* Korespondensi: irmaulan09@gmail.com

Abstract

The disc brake system is a crucial component in vehicles for slowing down and stopping their motion. Although disc brake systems have been around for a long time, there are still many challenges to address and innovate, such as comfort levels, responsiveness, safety, user control limitations, and difficulties in overcoming obstacles higher than the road surface. As a solution to these issues, this development focuses on innovating the steering and suspension components to make them more relevant to the planning of future electric vehicles. This includes several new features such as the design of the brake pedal, the fabrication of a brake pedal directly connected to the master cylinder to maximize braking performance, and the fabrication of the brake pedal mount. The methodology used in this final project includes data collection, design of the disc brake system using Autodesk Fusion software, fabrication, assembly of all components that have been fabricated, painting, and final assembly leading to conclusions. Based on the planning, the measurement of the disc brake system created in this final project includes the final processes of painting and assembly.

Keywords: Brake System, Disc Brake, Autodesk Fusion Software Fusion

Abstrak

Sistem Pengereman Cakram merupakan sebuah rangkaian yang sangat penting dalam sebuah kendaraan untuk memperlambat dan menghentikan laju kendaraan. Meskipun sistem pengereman cakram sudah ada sejak lama, namun masih banyak yang perlu diatasi dan diinovasikan, seperti tingkat kenyamanan, responsifitas, keamanan, keterbatasan kontrol pengguna dan kesulitan untuk mengatasi rintangan yang lebih tinggi dari permukaan jalan. Sebagai Solusi untuk mengatasi masalah tersebut, Pengembangan melakukan inovasi pada komponen sistem kemudi dan suspensi agar lebih relevan dengan perencanaan kendaraan mobil listrik kedepan melalui beberapa fitur- fitur terbaru seperti desain dari pedal pengereman, fabrikasi pedal pengereman yang langsung terhubung dengan master rem yang dapat memaksimalkan kinerja dari pengereman, dan fabrikasi dudukan pedal rem. Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah pengumpulan data, desain sistem pengereman cakram menggunakan *software autodesk fusion*, fabrikasi, perakitan untuk seluruh komponen yang sudah di fabrikasi, pengecatan, perakitan hingga kesimpulan. Berdasarkan perencanaan, pengukuran sistem pengereman cakram yang dibuat pada tugas akhir ini terdapat proses terakhir, proses terakhir adalah proses pengecatan dan perakitan.

Kata Kunci: Sistem Pengereman, Rem cakram, Desain *Software Autodesk Fusion*

1. PENDAHULUAN

Mobil listrik sempat sangat populer karena motor listrik menjadi pilihan utama sebagai penggerak kendaraan. Popularitas ini muncul karena mobil listrik memberikan kenyamanan dan kemudahan pengoperasian yang belum bisa ditawarkan oleh kendaraan berbahan bakar bensin pada masa itu. Mobil listrik sendiri merupakan kendaraan yang digerakkan oleh motor Direct Current (DC) dan menggunakan energi yang tersimpan dalam baterai. Selain lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi udara, mobil listrik juga memiliki konstruksi mesin yang lebih sederhana dan berpotensi menjadi alternatif transportasi yang efisien. (Pratama, 2023).

Sistem pengereman berfungsi untuk mengontrol, memperlambat, dan menghentikan perputaran roda kendaraan. Mekanisme kerja rem dilakukan dengan menekan bantalan rem ke piringan cakram, sehingga terjadi gesekan yang memperlambat putaran roda. Salah satu jenis rem modern adalah rem hidraulik, yang memanfaatkan tekanan cairan untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja pengereman. (Saputro & Pranoto, 2025).

Dalam merancang sistem pengereman yang kompleks, dibutuhkan dukungan teknologi untuk menemukan solusi yang tepat. Namun, metode tradisional tidak mampu mengatasi tantangan ini. Teknologi digital menjadi satu-satunya opsi yang mampu mengintegrasikan serta meningkatkan efisiensi sistem yang rumit, contohnya seperti penggunaan AutoCAD dan Autodesk Fusion. Melalui demo virtual yang interaktif dan menyeluruh, penyusunan gambar secara terintegrasi memungkinkan perancang untuk dengan mudah berpindah sudut pandang guna meninjau kondisi lokasi, sehingga proses penelitian dan perancangan menjadi jauh lebih efisien. (Wungo, 2020).

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, pengembang ingin merancang pembuatan sistem pengereman cakram kendaraan yang nyaman pada mobil listrik yang layak agar dapat digunakan secara efektif dan efisien bagi penggunaannya. Penelitian ini diberi judul “Rancang Bangun Pengereman Cakram Kendaraan Mobil Listrik”.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Mobil Listrik

Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik, mobil ini digerakkan oleh energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi lainnya. Mobil listrik sangat populer pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20, tapi kemudian popularitasnya meredup karena teknologi mesin pembakaran dalam yang semakin maju dan harga kendaraan berbahan bakar bensin yang semakin murah. (Egziabher & Edwards, 2021).



Gambar 1. Mobil Listrik

2.2 Sistem Pengereman

Secara umum, rem adalah suatu sistem yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan atau menghentikan perputaran suatu benda. Cara kerja sistem rem didasarkan pada prinsip mengubah energi kinetik menjadi energi panas melalui proses gesekan antara dua komponen logam terhadap bagian yang berputar. Akibat dari gesekan tersebut, putaran akan melambat sehingga kecepatan kendaraan berkurang atau berhenti sepenuhnya berkat kinerja sistem pengeremana. (Suryana et al., 2025).

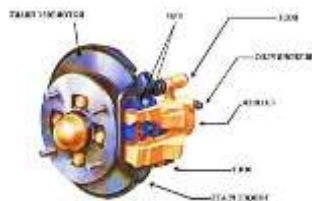


Gambar 2. Sistem Pengereman Mobil

2.3 Jenis – Jenis Sistem Pengereman

a. Rem Cakram (*Disc Brake*)

Rem cakram (*disc brake*) memiliki fungsi yang serupa dengan rem tromol, yaitu sebagai bagian yang menekan atau menghimpit. Pada rem cakram, gaya tekanan dihasilkan melalui sistem hidrolis atau pneumatik. Rem cakram umumnya digunakan pada kedua roda bagian depan kendaraan. Rem cakram ditandai dengan adanya lempengan besi berbentuk piringan atau cakram. Fungsi cakram ini mirip dengan rem tromol, yaitu sebagai bagian yang ditekan atau dihimpit. Pada dasarnya, gaya penghimpitan pada rem cakram dihasilkan oleh sistem hidrolis atau pneumatik. Rem cakram umumnya digunakan pada kedua roda depan kendaraan. (Eko Ari Wibowo et al., 2023).



Gambar 3. Rem Cakram

b. Rem Tromol

Rem tromol (*drum brake*) terdiri dari sebuah penutup berbentuk seperti cetakan kue bolu. Di dalam penutup tromol tersebut terdapat sepasang sepatu rem (*brake shoe*). Cara kerja rem tromol adalah dengan mengembungkan kedua sepatu rem tersebut sehingga menekan bagian dalam dinding penutup tromol. Pergerakan mengembungnya sepatu rem ini dipicu oleh putaran batang pengungkit yang disebut *brake shoe* 11 *floating cam*. Sama seperti

rem cakram, gaya penghimpitan pada rem tromol juga dihasilkan oleh sistem hidrolis atau pneumatik.



Gambar 4. Rem Tromol

2.4 Kelebihan Rem Cakram

Salah satu keunggulan rem cakram adalah kemampuannya untuk berfungsi dengan baik pada berbagai suhu, sehingga sistem ini banyak diandalkan oleh hampir semua jenis kendaraan. Selain itu, rem cakram juga memiliki ketahanan terhadap genangan air, sehingga kendaraan yang menggunakan rem ini tetap dapat melaju meskipun melewati area banjir. (Eko Ari Wibowo et al., 2023).

2.5 Kekurangan Rem Cakram

Kelemahan rem cakram terletak pada desainnya yang terbuka, sehingga mudah ditemplei debu dan lumpur. Seiring waktu, kotoran tersebut bisa mengganggu kinerja pengereman bahkan berpotensi merusak komponen di bagian caliper, seperti piston, jika tidak segera dibersihkan. Oleh karena itu, perawatan dan pembersihan secara rutin sangat diperlukan. (Eko Ari Wibowo et al., 2023).

2.6 Bagian – Bagian Komponen Rem Cakram

Komponen rem cakram memiliki bagian – bagian penting, yaitu:

1) *Caliper*

Caliper adalah komponen penting dalam sistem rem cakram yang berfungsi untuk menekan bantalan rem (*brake pads*) ke piringan cakram (*disc*) sehingga menghasilkan gesekan yang memperlambat atau menghentikan putaran roda kendaraan. *Caliper* bekerja dengan menerima tekanan dari *fluida* hidrolis (pada rem hidrolis) untuk menggerakkan piston yang

kemudian menekan bantalan rem ke cakram. (Jeklin, 2022). Lihat gambar 5 merupakan gambar komponen caliper.



Gambar 5. Caliper

2) Piston Caliper

Berbentuk tabung seperti *piston*, fungsi *piston caliper* menekan pad secara merata pada permukaan *disc brake*. (Jeklin, 2022).



Gambar 6. Piston Caliper

3) Selang Rem

Fungsi Selang rem adalah untuk membuat jalur minyak rem yang menghubungkan master rem dengan *caliper*. (Jeklin, 2022).



Gambar 7. Selang Rem

4) Disc Brake

Fungsi piringan adalah sebagai media penekanan oleh kampas rem untuk menimbulkan pengereman. *Disc brake* berbahan baja karena komponen ini harus menahan panas yang di hasilkan dari gaya gesek saat proses pengereman. (Jeklin, 2022).



Gambar 8. Disc Brake

5) Disc Pad

Disc pad berfungsi sebagai media gesek pada disc brake. (Jeklin, 2022)



Gambar 9. Disc Pad

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian Yang Digunakan

Pembuatan rancang bangun Aksesoris dan Interior pada mobil listrik merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan jenis metode penelitian *Research and Development (R&D)*. Penelitian kuantitatif merupakan salah satu pendekatan penelitian yang menggunakan data dalam bentuk angka untuk menjawab pertanyaan penelitian. Penelitian kuantitatif sering digunakan untuk mempelajari hubungan antar variabel, mengukur frekuensi, atau mengidentifikasi pola dalam populasi tertentu. (Waruwu et al., 2025).

3.2 Alat dan Bahan Yang Digunakan

Rancang bangun sistem pengereman cakram kendaraan mobil listrik ini diperlukan alat dan bahan. Tabel 1 merupakan alat dan tabel 2 merupakan bahan yang digunakan dalam rancang bangun aksesoris dan interior pada mobil listrik.

Tabel 1. Spesifikasi Alat Kerja

No	Alat	Spesifikasi
1.	Mesin las	Multipro 450 Watt 120 Ampere
2.	Mesin bor	Mollar Electric Drill
3.	Gerinda tangan	Ryu RSG 100 - 3
4.	Obeng	Obeng plus dan obeng min
5.	Meteran	5 Meter
6.	Palu terak	Chipping per las 3
7.	Palu/Martil	Palu Konde Gagang Besi

No	Alat	Spesifikasi
8.	Sikat Kawat	Sikat Kawat Baja Kasar 6 Baris
9.	Sarung Tangan las	Sarung tangan las kulit Kombinasi
10.	Kacamata Las	Kacamata Las Buka Tutup Haston
11.	Mata gerinda potong	Ukuran 4 Inch
12.	Mata gerinda halus	Ukuran 4 Inch
13.	Mata grinda amplas	Ukuran 4 Inch grit 60
14.	Tang	Tang kombinasi
15.	Kunci kombinasi	Ukuran 12 & 14
16.	<i>Spray gun</i>	<i>Spray gun</i>
17.	Kompresor angin	Kompresor
18.	Spidol Putih	Snowman White
19.	<i>Vernier Caliper</i>	Skala 0,02 mm
20.	Ragum	Ukuran 6 Inch

Tabel 2. Spesifikasi Bahan

No	Bahan	Spesifikasi
1.	Besi Plat	8 cm
2.	Piringan Rem	11 cm
3.	Oil Reservoir	1 pcs
4.	Selang Rem	2x90 cm & 70 cm
5.	Caliper	Caliper rem cakram depan Atv 125
6.	Master Rem	Yamaha genuine master rem set
7.	Kampas Rem	1 set dengan <i>caliper</i>
8.	Baut dan Mur	Ukuran 12 & 14
9.	Besi Hollow	Spindo 120 X 30 X 2 mm
10.	Cat	Cat Hitam 1 kg
11.	Dempul	Senpolac kcl
12.	Amplas	Kasar (200) dan Halus (400)
14.	Minyak Rem	Prestone 300 ml

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Rancang bangun sistem pengereman cakram pada kendaraan mobil listrik berhasil diwujudkan melalui tahapan desain, fabrikasi, hingga perakitan akhir. Desain sistem dikerjakan menggunakan *Autodesk Fusion* sebagai referensi visual sekaligus acuan fabrikasi. Beberapa komponen utama yang berhasil dibuat antara lain:

1. Dudukan pedal rem dibuat untuk menopang dan menjaga kestabilan pedal dalam meneruskan gaya tekan ke master rem.



Gambar 10. Desain Dudukan Pedal Rem

2. Pedal rem didesain ergonomis agar responsif terhadap tekanan pengemudi.
3. Sistem rem cakram terdiri dari piringan rem, kaliper, selang rem, dan master silinder yang dirakit menjadi satu kesatuan.



Gambar 11. Desain Rem Cakram

Tahapan fabrikasi mencakup pengukuran material, pemotongan, pengeboran, pengelasan, pengecatan, dan perakitan. Hasil akhir berupa sistem pengereman cakram yang terpasang pada prototipe mobil listrik dengan tampilan rapi dan siap diuji performanya.



Gambar 12. Hasil Akhir Rancang Bangun Sistem Pengereman Cakram Kendaraan Mobil Listrik

4.2 Proses Fabrikasi

Ada beberapa proses pembuatan komponen yaitu dudukan pedal rem, pedal rem, dan perakitan komponen sistem pengereman cakram. Berikut proses-proses pembuatan tersebut:

1) Pengukuran Material



Gambar 13. Pengukuran Material

2) Pemotongan Material



Gambar 14. Pemotongan Material

3) Pengeboran



Gambar 15. Pengeboran

4) Pengelasan



Gambar 16. Pengelasan

5) Pengecatan



Gambar 17. Pengecatan

6) Proses Perakitan



Gambar 18. Proses Perakitan

4.3 Hasil Uji Pengereman

Pengujian dilakukan pada beban konstan 350 kg dengan variasi kecepatan 7–27 mph. Hasil uji coba ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Pengereman

Pengujian	Kecepatan	Beban	Jarak
Uji Coba 1	7 mph	350 Kg	0,06 m
Uji Coba 2	9 mph	350 Kg	0,10 m
Uji Coba 3	12 mph	350 Kg	0,18 m
Uji Coba 4	14 mph	350 Kg	0,30 m
Uji Coba 5	27 mph	350 Kg	1,2 m

Hasil tersebut menunjukkan sistem mampu bekerja baik pada kecepatan rendah hingga sedang dengan jarak henti yang singkat. Namun pada kecepatan tinggi, jarak pengereman bertambah signifikan sehingga efektivitas rem menurun.

4.4 Perhitungan Hasil Pengujian

Perhitungan sistem pengereman ini ada beberapa rumus yang dianalisis gaya ketika

keadaan dan waktu pengereman mobil berhenti pada yang datar sebagai berikut :

Rumus yang digunakan:

$$\alpha = \frac{v^2}{2d}$$

Keterangan:

α = percepatan pengereman ($\frac{m}{s^2}$)

v = kecepatan awal ($\frac{m}{s}$)

d = jarak pengereman (m)

Uji Coba 1

Kecepatan:

$$v = 7 \text{ mph} = 7 \times 0,44704 = 3,12928 \text{ m/s}$$

Jarak pengereman:

$$d = 0,06 \text{ m}$$

Percepatan pengereman:

$$\alpha = \frac{3,12928^2}{2 \times 0,06} = \frac{9,7923}{0,12} = 81,60 \text{ m/s}^2$$

Uji Coba 2

$$v = 9 \text{ mph} = 9 \times 0,44704 = 4,02336 \text{ m/s}$$

$$d = 0,10 \text{ m}$$

$$\alpha = \frac{4,02336^2}{2 \times 0,10} = \frac{16,1875}{0,20} = 80,94 \text{ m/s}^2$$

Uji Coba 3

$$v = 12 \text{ mph} = 12 \times 0,44704 = 5,36448 \text{ m/s}$$

$$d = 0,18 \text{ m}$$

$$\alpha = \frac{5,36448^2}{2 \times 0,18} = \frac{28,77}{0,36} = 79,92 \text{ m/s}^2$$

Uji Coba 4

$$v = 14 \text{ mph} = 14 \times 0,44704 = 6,25856 \text{ m/s}$$

$$d = 0,30 \text{ m}$$

$$\alpha = \frac{6,25856^2}{2 \times 0,30} = \frac{39,17}{0,60} = 65,28 \text{ m/s}^2$$

Uji Coba 5

$$v = 27 \text{ mph} = 27 \times 0,44704 = 12,07008 \text{ m/s}$$

$$d = 1,20 \text{ m}$$

$$\alpha = \frac{12,07008^2}{2 \times 1,20} = \frac{145,68}{2,40} = 60,70 \text{ m/s}^2$$

Tabel 4. Ringkasan Hasil Perhitungan

Uji Coba	Kecepatan (mph)	Kecepatan (m/s)	Jarak Henti (m)	Percepatan (m/s ²)
1	7	3.13	0.06	81.60
2	9	4.02	0.10	80.94
3	12	5.36	0.18	79.92
4	14	6.26	0.30	65.28
5	27	12.07	1.20	60.70

Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem rem cakram yang dirancang dapat berfungsi dengan baik dalam menghentikan kendaraan. Pada kecepatan rendah (7–12 mph), jarak pengereman relatif pendek dengan perlambatan tinggi ($\approx 80 \text{ m/s}^2$), menunjukkan respons sistem yang cepat dan stabil. Kondisi ini sesuai dengan karakteristik rem cakram yang dikenal memiliki responsivitas tinggi.

Namun, pada kecepatan lebih tinggi (14 – 27 mph), terlihat adanya penurunan perlambatan hingga sekitar 60 m/s^2 . Hal ini menandakan bahwa dimensi piringan rem ($\varnothing 11 \text{ cm}$) yang digunakan kurang optimal untuk menyerap energi kinetik pada kecepatan besar. Diameter cakram yang relatif kecil membatasi luas bidang gesek antara kampas dan cakram, sehingga energi panas yang timbul tidak dapat didistribusikan secara merata. Akibatnya, performa pengereman menurun.

Faktor lain yang mempengaruhi adalah beban konstan 350 kg yang digunakan dalam pengujian. Pada kondisi nyata, bobot kendaraan dapat lebih besar, sehingga kebutuhan gaya pengereman juga meningkat. Oleh karena itu, untuk meningkatkan keandalan sistem di kecepatan tinggi maupun beban lebih berat, disarankan:

1. Menggunakan piringan rem dengan diameter lebih besar agar daya cengkram caliper meningkat.
2. Mengoptimalkan material kampas rem dengan koefisien gesek lebih tinggi.

3. Menambahkan sistem pendingin (ventilasi cakram) untuk mengurangi *brake fade*.
4. Mengintegrasikan teknologi *regenerative braking* agar sistem lebih efisien pada kendaraan listrik.

Secara keseluruhan, rancang bangun yang telah dilakukan sudah memenuhi tujuan penelitian yaitu menghasilkan sistem pengereman cakram yang aplikatif pada mobil listrik prototipe. Meskipun masih terdapat keterbatasan, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan sistem rem cakram mobil listrik yang lebih aman dan andal di masa mendatang.

KESIMPULAN

Setelah proses pembuatan, pengecatan dan perakitan komponen aksesoris dan interior pada mobil listrik sampai pembuatan laporan tugas akhir dengan judul Rancang Bangun Sistem Pengereman Cakram Kendaraan Mobil Listrik, diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam merancang sistem pengereman untuk mobil listrik, penggunaan *software Autodesk Fusion* terbukti sangat efektif. Software ini memungkinkan para insinyur untuk menciptakan desain yang presisi dan inovatif, serta memodelkan komponen rem cakram dengan akurasi tinggi.
2. Rancang bangun sistem pengereman pada mobil listrik menunjukkan pentingnya integrasi antara komponen mekanis dan elektronik. Sistem pengereman yang dirancang harus mampu beradaptasi dengan karakteristik unik dari mobil listrik, seperti bobot yang lebih ringan dan kebutuhan untuk efisiensi energi. Oleh karena itu, perhatian khusus harus diberikan pada

pemilihan material dan teknologi yang digunakan, agar sistem pengereman dapat berfungsi dengan baik dan memberikan performa yang diharapkan.

3. Uji coba yang dilakukan pada sistem pengereman cakram menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat efektivitas yang tinggi. Hasil uji coba menunjukkan respons pengereman yang cepat dan stabil, serta kemampuan untuk beroperasi dengan baik dalam berbagai kondisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Din, R., Mufarida, N. A., Ridlo, N. Z., & Abidin, A. (2024). *ANALISA SISTEM Pengereman Mobil Listrik 2 KW*. 3(1), 438–443.
- Egziabher, T. B. G., & Edwards, S. (2021). Mobil Listrik. *Africa's Potential for the Ecological Intensification of Agriculture*, 53(9), 1689–1699.
- Eko Ari Wibowo, Widyastuti, Muhammad Nur Wahyu Hidayah, & Ida Betanursanti. (2023). Desain dan Analisa Perhitungan Rem Cakram Pada Mobil Sport Utility Vehicle (SUV). *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, 4(1), 20–23.
<https://doi.org/10.35970/accurate.v4i1.2018>
- Famoesa, M. A. P., S, P. I., & Pranatal, E. (2020). Pengaruh variasi sudut kampuh v pada sambungan las fcaw dari material baja ss 400. *E-Journal ITATS*, 2(1), 85–93.
- Huka, G. I., Loppies, L. S., Matheus, J., Wilujeng, A. D., & Hamid, A. (2023). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) terhadap Sifat Mekanis pada Pipa Seamless. *Journal Mechanical Engineering (JME)*, 1(3), 158–158.
- Jeklin, A. (2022). Sistem pengereman Tromol & cakram. *Sistem Pengereman Tromol & Cakram*, July, 1–23.
- Nurfauzi, Y., Sokibi, P., & Hatta, M. (2024). *KENDARAAN MENGGUNAKAN*

METODE WEB ENGINEER (STUDI KASUS: NUNG KEY IMMOBILIZER).
8(6), 12655–12663.

- Okpatrioka. (2023). Okpatrioka STKIP Arrahmaniyah. *DHARMA ACARIYA NUSANTARA : Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100.
- Pratama, R. B. (2023). *Rancang Bangun Sistem Pengereman Prototype Mobil Listrik*. 7, 1099–1106.
- Robi Rojaya Simbolon, Farrel Pasya Harramain, & Mochamad Rizaldi Putra Sonjaya. (2024). Pentingnya Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Sebagai Faktor Penentu Optimalisasi Produktivitas Kerja. *Pajak Dan Manajemen Keuangan*, 1(3), 17–31. <https://doi.org/10.61132/pajamkeu.v1i3.122>
- Saputro, F. I., & Pranoto, H. (2025). *Analisis daya pengereman pada rem cakram roda depan kendaraan motor listrik e-niaga*. 1(2), 82–93.
- Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*.
- Suryana, T., Maulana, A., & Sebayang, S. (2025). *Rancang Bangun dan Analisis Sistem Pengereman pada Mobil Listrik Prototipe UNPAM*. 2686–5157.
- Waruwu, M., Pu`at, S. N., Utami, P. R., Yanti, E., & Rusydiana, M. (2025). Metode Penelitian Kuantitatif: Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(1), 917–932. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i1.3057>
- Wungo, G. L. (2020). *Autocad & Sketchup Panduan Praktis untuk Urban Designer*.