

Rancang Bangun Sistem Kemudi *Rack and Pinion* dan Suspensi *Independent Double Wishbone* Mobil Listrik Formula E Politeknik Baja Tegal

Muhamad Miftahul Ifan¹, Slamet Riyadi², Ria Candra Dewi³

Program Studi D3 Teknik Otomotif, Politeknik Baja Tegal

* Korespondensi Penulis: ifancarlos1928@gmail.com

Abstract: The Steering and Suspension System is the most important component in a vehicle to align, balance and maximize the performance of the car so that it can run well, safely and comfortably. Although the rack and pinion steering system and independent double wishbone suspension have been around for a long time, there are still many things that need to be overcome and innovated, such as the level of comfort, responsiveness, safety, limited user control and difficulty in overcoming obstacles that are higher than the road surface. As a solution to overcome these problems, researchers develop and innovate steering and suspension system components to be more relevant to the planning of future electric car vehicles through several new features such as independent double wishbone suspension fabrication using rubber bosh arm as a suspension hinge mount, steering axle housing fabrication using ASB UCP 205 bearings, Rear Wheel Hub/Nap Fabrication combined with Koyo 6006 RS bearings as the rear axle housing. The method used in this final project is data collection, steering and suspension system design using Solidworks 2016 software, fabrication, assembly for all components that have been fabricated, painting, assembly to conclusion. Based on the planning, measurement of the steering and suspension system made in this final project there is a final process, the final process is the painting and assembly process.

Keywords: Steering System, Suspension System and Solidworks Software Design.

Abstrak: Sistem Kemudi dan Suspensi merupakan komponen terpenting dalam sebuah kendaraan untuk menstabilkan, menyeimbangkan dan memaksimalkan kinerja mobil tersebut agar dapat berjalan dengan baik, aman dan nyaman. Meskipun sistem kemudi *rack and pinion* dan suspensi *independent double wishbone* 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, peneliti mengembangkan dan melakukan inovasi pada komponen sistem kemudi dan suspensi agar lebih relevan dengan perencanaan kendaraan mobil listrik kedepan melalui beberapa fitur- fitur terbaru seperti fabrikasi suspensi *independent double wishbone* yang menggunakan karet *bosh arm* sebagaiudukan engsel suspensi, fabrikasi rumah as kemudi menggunakan *bearing* ASB UCP 205, Fabrikasi *Hub/Nap* Roda belakang digabung dengan *bearing* Koyo 6006 RS sebagai rumah as roda belakang. Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah pengumpulan data, desain sistem kemudi dan suspensi menggunakan *software solidworks* 2016, fabrikasi, perakitan untuk seluruh komponen yang sudah di fabrikasi, pengecatan, perakitan hingga kesimpulan. Berdasarkan perencanaan, pengukuran sistem kemudi dan suspensi yang dibuat pada tugas akhir ini terdapat proses terakhir, proses terakhir adalah proses pengecatan dan perakitan.

Kata Kunci: Sistem Kemudi, Sistem Suspensi dan Desain *Software Solidworks*.

1. PENDAHULUAN

Masyarakat yang semakin membutuhkan transportasi dan era yang semakin canggih serta sulit dikendalikan untuk masa yang akan datang. Melihat akan kendaraan konvensional yang lambat laun akan kehilangan bahan dayanya dari BBM maka dari itu perlu adanya solusi untuk penggantian BBM, mengurangi akan halnya polusi dan dampak pada pemanasan

global akibat lapisan ozon yang menipis karena polusi kendaraan. Maka dari itu perlu adanya inovasi pengganti, yaitu mobil listrik dengan sumber daya baterai *lithium i-on* yang tersuplai oleh listrik dan sinar matahari yang tidak akan habis serta inovasi perancangan mobil listrik tanpa membuat pengemudi lain dan masyarakat sekitar terganggu di jalan.

Mobil listrik adalah mobil yang penggerak utamanya menggunakan motor listrik yang bersumber dari energi listrik yang tersimpan di dalam baterai. Selain itu mobil listrik tidak menimbulkan polusi udara sekaligus tidak menghasilkan emisi gas buang yang sedikit dan sangat efektif.

Sistem kemudi adalah merupakan suatu sistem yang sangat penting dalam suatu kendaraan karena berfungsi untuk pengendalian arah dan manuver kendaraan baik dalam kecepatan rendah maupun kecepatan tinggi sesuai dengan kondisi jalan yang dilewati kendaraan dan keinginan sang pengemudi. Setiap komponen pada sistem kemudi berfungsi untuk meneruskan gaya putar dari roda kemudi yang membuat poros as utama berputar dan putaran yang dihasilkan akan dirubah menjadi lebih besar daya dan arahnya (momen) oleh gigi kemudi dan diteruskan ke lengan *pitman* yang akan memberikan gaya translasi pada batang *tie rod* untuk merubah arah roda kendaraan

(Dumatubun et al., 2022).

Suspensi merupakan sistem yang dipasang di antara rangka kendaraan (*chassis*) dan roda, yang berfungsi menopang beban kendaraan sekaligus meredam getaran, guncangan, atau ketidaknyamanan akibat kondisi permukaan jalan yang bergelombang atau tidak rata. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan kenyamanan selama berkendara, menjaga kestabilan kendaraan, serta meningkatkan daya cengkram roda terhadap permukaan jalan guna mendukung pengendalian yang lebih optimal .

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut, penulis ingin merancang pembuatan sistem kemudi dan suspensi yang nyaman dan aman pada mobil listrik untuk menciptakan solusi yang lebih efektif dan efisien bagi penggunaanya. Penelitian ini diberi judul “Rancang Bagun Sistem Kemudi *Rack and Pinion* dan Suspensi *Independent Double Wishbone* Mobil Listrik”.

2. LANDASAN TEORI

Sistem Kemudi

Sistem kemudi adalah suatu perangkat mekanis pada kendaraan yang memiliki fungsi utama untuk mengendalikan arah serta membelokkan roda bagian depan. Sistem ini merupakan salah satu bagian penting dari rangka (*chassis*) kendaraan yang berperan dalam mengubah arah gerak dan mempengaruhi kecepatan kendaraan.

Secara umum, sistem kemudi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sistem kemudi manual dan sistem kemudi bertenaga atau *power steering* (Rika Widianita, 2023a).

Sistem kemudi merupakan komponen krusial pada kendaraan yang memungkinkan pengemudi dapat mengendalikan arah pergerakan kendaraan. dikarenakan pada sistem kemudi merupakan jaminan bagi keselamatan pengemudi, maka dari itu pada proses perancangannya harus memperhatikan faktor keamanan dan juga kenyamanan (Technology, 2024).



Gambar 1. Sistem Kemudi

Jenis-Jenis Sistem kemudi

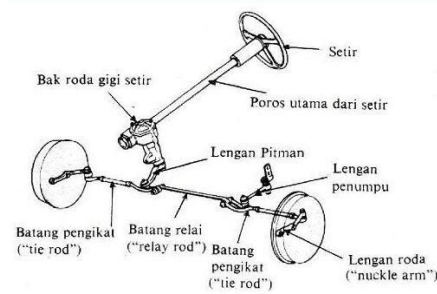
Ada dua jenis sistem kemudi yaitu sistem kemudi manual (*Manual Steering System*) dan sistem kemudi *Power Steering*.

Sistem Kemudi Manual (*Manual Steering System*)

Sistem kemudi manual juga bisa disebut sistem kemudi konvensional karena masih memanfaatkan tenaga dari pengemudi untuk membelokkan roda. Seluruh tenaga yang diperlukan untuk membelokkan roda dari pengemudi ditransmisikan langsung melalui sistem kemudi (Rika Widianita, 2023a).

Recirculating-Ball

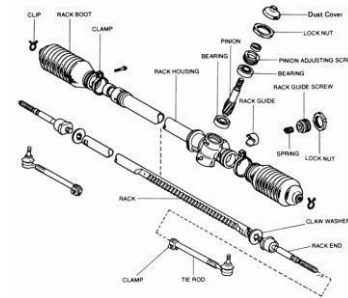
Sistem mekanis ini biasanya diterapkan pada kendaraan berukuran besar seperti truk, bus, dan jenis kendaraan berat lainnya, yang memerlukan tenaga lebih besar dari pengemudi untuk membelokkan roda kemudi secara efektif.



Gambar 2. Sistem Kemudi *Recirculating-Ball*

Rack and Pinion

Sistem ini umumnya diterapkan pada mobil penumpang atau kendaraan berukuran kecil yang tidak membutuhkan gaya besar untuk memutar roda kemudi. Mekanisme ini terdiri dari roda gigi *pinion* yang terletak di ujung poros kemudi dan terhubung dengan batang *rack* yang memiliki gigi yang serasi dengan *pinion*.



Gambar 3. Sistem Kemudi *Rack and Pinion*

Sistem Kemudi *Electric Power Steering (EPS)*

Electric Power Steering (EPS) merupakan salah satu tipe sistem kemudi yang digunakan pada kendaraan modern. EPS adalah sistem kemudi yang memanfaatkan motor listrik untuk memberikan bantuan tenaga saat pengemudi memutar kemudi, sehingga membuat kemudi terasa lebih ringan dan responsif.

Keunggulan lainnya, sistem EPS tidak memerlukan perawatan berkala seperti pengisian atau pengecekan oli *power steering*, karena seluruh proses dikendalikan secara elektronik melalui unit kontrol. Komponen-komponen dalam EPS bekerja secara terintegrasi untuk memberikan kenyamanan dan keakuratan dalam pengendalian arah kendaraan (Rika Widianita, 2023a).



Gambar 4. Sistem Kemudi *Electric Power Steering* (EPS)

Suspensi

Suspensi merupakan sistem yang dipasang di antara rangka kendaraan (*chassis*) dan roda, yang berfungsi menopang beban kendaraan sekaligus meredam getaran, guncangan, atau ketidaknyamanan akibat kondisi permukaan jalan yang bergelombang atau tidak rata. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan kenyamanan selama berkendara, menjaga kestabilan kendaraan, serta meningkatkan daya cengkeram roda terhadap permukaan jalan guna mendukung pengendalian yang lebih optimal (Pengujian et al., 2021).



Gambar 5. Sistem Suspensi

Jenis-Jenis Suspensi

Berdasarkan letaknya, suspensi dibedakan menjadi suspensi depan dan suspensi belakang.

Suspensi Depan

Perbedaan utama antara suspensi bagian depan dan belakang terletak pada kemampuan roda depan untuk berbelok. Ketika kendaraan membelok di jalan yang permukaannya tidak rata, roda-roda akan menerima gaya dari permukaan tersebut.



Gambar 6. Suspensi Depan

Suspensi Belakang

Pada umumnya, suspensi bagian belakang harus menanggung beban tambahan dari penumpang maupun barang bawaan. Kondisi ini menimbulkan tantangan dalam menentukan tingkat kekakuan pegas yang ideal.



Gambar 7. Suspensi Belakang

Berdasarkan konstruksinya, sistem suspensi dapat digolongkan menjadi dua tipe:

Suspensi *Rigid*

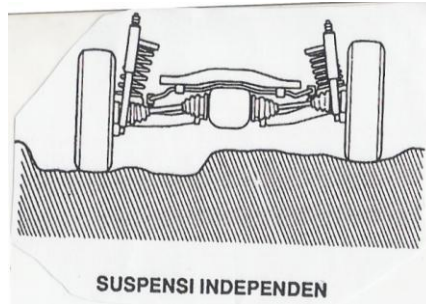
Suspensi *rigid* adalah jenis suspensi di mana roda kanan dan kiri dihubungkan langsung melalui sebuah poros (*axle*) yang kaku. Pada sistem ini, ketika salah satu roda naik akibat permukaan jalan yang tidak rata, maka bodi kendaraan juga akan ikut terangkat, menyebabkan posisi kendaraan menjadi tidak seimbang atau miring.



Gambar 8. Suspensi *Rigid*

Suspensi Bebas (*Independent*)

Suspensi *independent* atau suspensi bebas adalah sistem suspensi di mana roda kanan dan kiri dapat bergerak secara terpisah, tanpa saling memengaruhi. Tidak seperti pada sistem *rigid*, kedua roda tidak terhubung langsung melalui poros (*axle*).

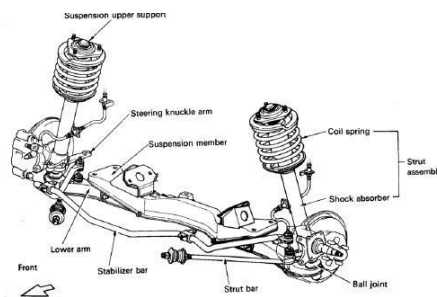


Gambar 9. Suspensi *Independent*

Macam-macam suspensi tipe *independent*:

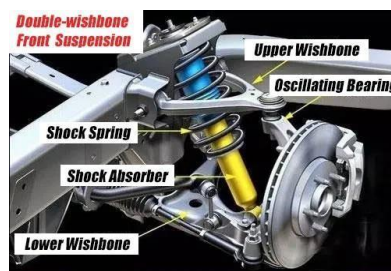
Tipe *Macpherson*

Suspensi *independent* tipe *Macpherson* banyak diterapkan pada roda depan kendaraan penumpang kecil hingga menengah. Desainnya relatif simpel, sehingga memberikan keunggulan berupa ruang mesin yang lebih luas dan mempermudah proses perawatan atau servis mesin.



Gambar 10. Suspensi *Macpherson* Tipe *Strut* Tipe *Double Wishbone* Dengan Pegas Ulir

Jenis suspensi *independent* ini sering diaplikasikan pada roda depan mobil penumpang dan truk ringan. Dalam sistem ini, roda terhubung ke bodi kendaraan melalui dua lengan suspensi, yaitu lengan atas (*upper arm*) dan lengan bawah (*lower arm*). *Shock absorber* dan pegas ulir dipasang di antara kedua lengan tersebut serta terhubung dengan *steering knuckle* dan rangka kendaraan (*frame*).



Gambar 11. Suspensi Tipe *Double Wishbone* Dengan Pegas Ulir

3. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian Yang Digunakan

Pembuatan rancang bangun sistem kemudi *rack and pinion* dan suspensi *independent double wishbone* 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).

Alat dan Bahan Yang Digunakan

Pembuatan sistem kemudi *rack and pinion* dan suspensi *independent double wishbone* pada mobil listrik ini diperlukan alat dan bahan. Tabel 3.3 merupakan alat dan tabel 3.4 merupakan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem kemudi *rack and pinion* dan suspensi *independent double wishbone* pada mobil listrik.

Tabel 3.3 Alat Yang Digunakan

No	Alat	Spesifikasi
1.	Mesin las	Multipro 450 Watt 120 Ampere
2.	Mesin bor	<i>Mollar Electric Drill</i>
3.	Gerinda tangan	Ryu RSG 100 - 3
4.	Obeng	Obeng plus dan obeng min
5.	Meteran	5 Meter
6.	Palu terak	<i>Chipping</i> per las 3
7.	Palu/Martil	Palu Konde Gagang Besi
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 <i>Inch</i>
12.	Mata gerinda halus	Ukuran 4 <i>Inch</i>
13.	Mata grinda amplas	Ukuran 4 <i>Inch</i> grit 60
14.	Magnet segitiga	Haston
15.	Tang	Tang kombinasi
16.	Kunci kombinasi	set full
16.	Kunci Shock	set full
17.	Kunci L Segi 6	Ukuran 4 mm
18.	<i>Spray gun</i>	<i>Spray gun</i>
19.	Kompresor angin	Kompresor
20.	Air gun	Air gun
21.	Sepidol Putih	<i>Snowman White</i>
22.	<i>Vernier Caliper</i>	Skala 0,02 mm
23.	Ragum	Ukuran 6 <i>Inch</i>
24.	Mistar Baja	cm
21.	<i>Rack Boot</i>	Suzuki Karimun
22.	Cat	Cat Hitam 1 kg
23.	Dempul	Senpolac kcl
24.	Amplas	Kasar (200) dan Halus (400)
25.	Grease/Pelumas	Cobra King (Pelumas

		Rack Steer dan Bearing)
--	--	----------------------------

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kesulitan pada saat proses pengelasan secara visual kualitas pengelasan kurang memuaskan karena ada yang berlubang, untuk mengatasi masalah tersebut harus dilakukan proses perbaikan dan finishing yang cukup banyak dengan proses penggerindaan, pendempulan lalu pengecatan epoxy untuk menutupi retakan dan lubang-lubang tersebut. Hasil Akhir Pembuatan Sistem Kemudi *Rack and Pinion* dan Suspensi *Independent Double Wishbone* Mobil Listrik.

No	Bahan	Spesifikasi
1.	Besi Pipa	Ukuran $\frac{3}{4}$ dan 1 <i>Inch</i>
2.	Besi Siku	Ukuran 4x4 <i>Inch</i> /4,5 mm
3.	Besi As	12 mm
4.	Besi Plat	2 mm, 3 mm dan 4,5 mm
5.	<i>Knuckel Arm</i>	Buggy atau go-kart 1 set kiri dan kanan
6.	Roda Kemudi	Sparco
7.	<i>Tie rod (Ball Joint)</i>	Buggy atau go-kart
8.	<i>Rack and Pinion/Rack Steer</i>	Suzuki Futura
9.	<i>Inner Tie Rod dan Outer Tie Rod</i>	Suzuki Karimun
10.	Sepatu rem Tromol	Suzuki Carry

11.	<i>Bosh Arm</i>	Kharisma/Supra-x 125
12.	<i>Shock Absorber</i>	Kharisma/Supra-x 125
13.	Setir Kemudi	Sparco
14.	<i>Universal Joint Gigi Mundur</i>	Motor Roda 3 Vlar
15.	<i>Bearing</i>	ASB UCP 205
16.	<i>Bearing</i>	Koyo 6006 RS
17.	Baut dan Mur	Ukuran 8, 10, 14 dan 17 mm
18.	Kayu	Segitiga dan Persegi Panjang
19.	Besi Hollow	Spindo 40 X 40 X 0.70mm
20.	Paku Payung	Ukuran 5 cm

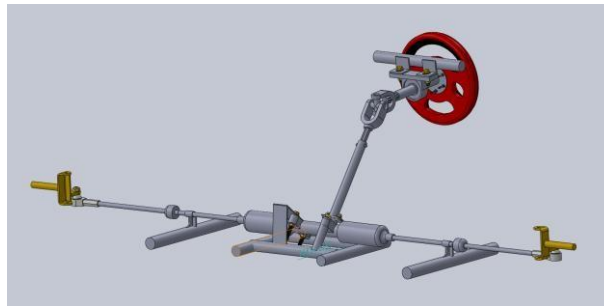
Tabel 3.4 Bahan Yang Dibutuhkan**Gambar 12.** Hasil Akhir Pembuatan

Sistem Kemudi *Rack and Pinion* dan Suspensi *Independent Double Wishbone*
Mobil Listrik

Hasil Penentuan

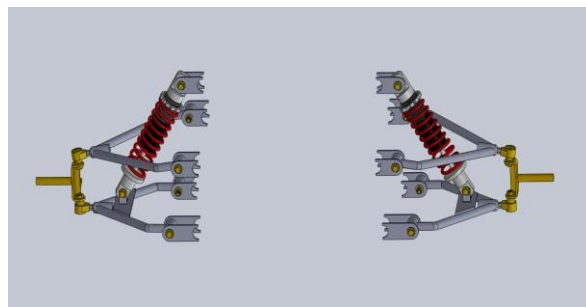
Hasil penentuan sistem kemudi dan suspensi ini berupa desain, mekanisme, material dan dimensi untuk referensi yang akan di aplikasikan menggunakan *software solidworks* tahun 2016.

Desian Sistem Kemudi



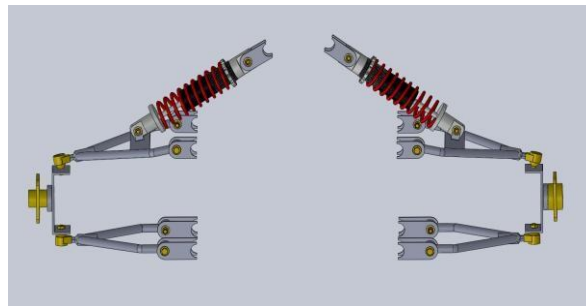
Gambar 13. Desain Sistem Kemudi

Desian Sistem Suspensi Depan



Gambar 14. Desain Sistem Suspensi Depan

Desian Sistem Suspensi Belakang



Gambar 15. Desain Sistem Suspensi Belakang

Proses Pembuatan Hasil Dari Desain dan Rancangan Sistem Kemudi *Rack and Pinion* dan Suspensi *Independent Double Wishbone* Mobil Listrik Menggunakan Software *Solidworks*. Ada beberapa proses pembuatan komponen sistem kemudi yaituudukan roda kemudi, as kemudi,udukan as kemudi, *steering link-kage*,udukan *rack steer* danudukan *steering ling-kage*. Sedangkan komponen sistem suspensi yaitu *upper arm*, *lower arm*,

bushing pipe arm, bracket arm, bracket shock absorber dan knuckle arm belakang berikut proses-proses pembuatan tersebut: Pengukuran Material



Gambar 16. Pengukuran Material

Pemotongan Material Pipa Galvanis



Gambar 17. Pemotongan Material Pipa Galvanis

Pemotongan Material Plat Baja



Gambar 18. Pemotongan Material Plat Baja

Fabrikasi Pengelasan Pipe Arm Dengan *Ball Joint* dan *Bushing Pipe Arm*



Gambar 19. Pengelasan *Pipe Arm* Dengan *Ball Joint* dan *Bushing Pipe Arm*

Fabrikasi Pengelasan *Knuckle Arm* Belakang



Gambar 20. Pengelasan *Knuckle Arm* Belakang

Pengecatan



Gambar 21. Pengecatan

Proses Perakitan



Gambar 22. Proses Perakitan

5. SIMPULAN

Setelah proses pembuatan, pengecatan dan perakitan komponen pada sistem kemudi dan suspensi pada mobil listrik sampai pembuatan laporan tugas akhir dengan judul Rancang Bangun Sistem Kemudi *Rack and Pinion* dan Suspensi *Independent Double Wishbone* Mobil Listrik, diambil kesimpulan sebagai berikut:

Proses perakitan untuk komponen-komponen sistem kemudi tidak ada kendala berarti saat menyatukan antara komponen satu dengan komponen yang lainnya. Hasil dari perakitan sistem kemudi sama dengan gambar tekniknya dengan panjang 1.700 mm, lebar 660 mm dan tinggi 610 mm dilampirkan pada lampiran.

Proses perakitan untuk komponen-komponen sistem suspensi tidak ada kendala berarti saat menyatukan antara komponen satu dengan komponen yang lainnya. Hasil dari perakitan sistem suspensi depan dan belakang sama dengan gambar tekniknya dengan panjang total 1.700 mm, lebar total 240 mm, tinggi total 550 mm. Sedangkan panjang normal 500 mm, lebar 240 mm dan tinggi 370 mm dilampirkan pada lampiran.

DAFTAR PUSTAKA

Ananda muhamad tri utama. (2022). *Perancangan dan pembuatan sistem kemudi konvensional pada kendaraan prototype diesel*. 9, 356–363.

Cahyo, S Singgih Danu Fauzi, F. A. H. S. (2023). *Rancang Bangun Sistem Kemudi Prototype Mobil Listrik*.

http://repository.unpkediri.ac.id/10652/%0Ahttp://repository.unpkediri.ac.id/10652/1/RAMA_21201_19.1.03.01.0083.pdf

Dumatubun, H., Salo, R., & Sikombong, Y. (2022). Rancang Bangun Simulator Sistem Kemudi Pada Mobil Suzuki Carry Pick Up. *Jurnal Teknik AMATA*, 3(1), 27–31. <https://doi.org/10.55334/jtam.v3i1.237>

- Medan, P. (2022). *RANCANG BANGTUN MOBIL LISTRIK MINI BERBASIS BRUSHLESS DIRECT CURRENT DI UNIVERSTTAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI MEDAN*.
- Pengujian, P. D. A. N., Komponen, M., & Depan, S. (2021). *Pembuatan, penerapan dan pengujian mekanisme komponen suspensi depan mobil listrik kmli*.
- Rika Widianita, D. (2023a). MENGANALISA KERUSAKAN PADA SISTEM KEMUDI ELEKTRIK DI HONDA CR-V TAHUN 2018. *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, VIII(I), 1–19.
- Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*.
- Syamsudin, A. (2025). *SOLIDWORKS Pengertian, sejarah dan perkembangan. January*.
- Technology, P. (2024). *Jurnal PROTEMAN Professional Technology and Manufacturing*. 1(1), 30–40.
- 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>
- <https://www.youtube.com/watch?v=QX8jPhFB>
- D_o