

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Mobil Listrik

Mobil listrik adalah salah satu alat transportasi yang mampu memenuhi kebutuhan mobilitas masyarakat sekaligus menjaga kelestarian lingkungan karena tidak menghasilkan polusi maupun emisi gas buang. Emisi dari pembakaran mesin kendaraan konvensional membawa banyak dampak negatif, terutama terhadap kesehatan manusia, kesejahteraan, serta lingkungan sekitar. perbandingan kendaraan berbahan bakar fosil, mobil listrik memiliki sejumlah keunggulan, salah satunya yang paling utama adalah tidak menghasilkan gas buang, sehingga tidak menambah jejak karbon yang berkontribusi terhadap pemanasan global di Indonesia (Aziz dkk. 2020).



Gambar 2.1 Mobil listrik (Purboputro, dkk. 2018).

2.2 Waktu Tempuh

Waktu tempuh merupakan durasi yang diperlukan kendaraan untuk melewati suatu jarak tertentu. Durasi ini dipengaruhi oleh tingkat kepadatan lalu lintas serta kapasitas jalan yang digunakan. Kecepatan secara matematis dapat didefinisikan sebagai (bisa dilanjutkan dengan rumus $v=s/t$) (Minanga dkk. 2020).

$$\text{Waktu Tempuh (t)} = \frac{\text{Jarak (s)}}{\text{Kecepatan (v)}}$$

Keterangan:

- t = waktu tempuh (dalam detik, menit, atau jam, tergantung satuan kecepatan dan jarak)
- s = jarak tempuh (dalam meter atau kilometer)
- v = kecepatan (dalam m/s atau km/jam)

Gambar 2.2 Rumus waktu tempuh

2.3 Kecepatan

Kecepatan adalah besarnya kemampuan kendaraan atau objek untuk bergerak secara berkesinambungan dalam menempuh jarak tertentu pada periode waktu tertentu (Sinaulan dkk. 2015).

1. Kecepatan Rata-rata

$$v = \frac{s}{t}$$

Keterangan:

- v = kecepatan (m/s atau km/jam)
- s = jarak tempuh (meter atau kilometer)
- t = waktu tempuh (detik atau jam)

Gambar 2.3 Rumus kecepatan rata – rata

2.4 Studi Terkait

penelitian dari (baharudin, 2023) menyimpulkan bahwa hasil uji pengereman Pada pengujian dengan jarak tempuh 50 meter dan kecepatan rata-rata 31 km/jam, jarak pengereman mencapai 2,7 meter dengan sudut kemiringan 5° . Penelitian dari

(Riasfan Rosfadi, 2020) rem yang di uji mampu menghasilkan jarak berhenti 6 meter dengan kecepatan 20km/jam dengan jarak tempuh 50meter. Hal ini menunjukkan bahwa jarak tempuh 50 meter pengujian rem masih tergolong aman

2.5 Cara Kerja Mobil Listrik

Sistem penggerak pada mobil listrik terdiri atas dua bagian utama, yaitu sistem energi dan sistem kendali. Sistem energi mencakup mekanisme pengisian dan penyimpanan daya. Sistem kendali memanfaatkan saklar pembagi yang terhubung dengan pegas dan pedal rem. Sistem ini berfungsi sebagai alat pengontrol dan pengaman yang secara otomatis memutus aliran daya ketika pengemudi menginjak rem secara mendadak. Untuk transmisinya, kendaraan ini menggunakan mekanisme sproket dan rantai. Sproket dipasang pada poros yang menghubungkan taman belakang, dan alur pasak digunakan untuk mengunci posisi sproket. Kendaraan ini memiliki dua roda belakang yang terpasang pada poros dan dua roda depan yang terpasang pada sistem kemudi (Zainuri dkk. 2016).

2.6 Pengertian Sistem Pengereman

Rem merupakan sistem yang berfungsi menghentikan atau memperlambat putaran, contohnya putaran roda kendaraan (Maulana dan Prasetyo, 2021).

2.7 Teori Gaya Pengereman

Gaya pengereman mobil beroda empat umumnya dihasilkan oleh sistem rem hidrolik yang memiliki komponen utama berupa master silinder, caliper atau silinder roda, cakram atau tromol, dan kabel atau pipa rem (Alwi, 2022).

2.7.1 Master rem

Master silinder bekerja dengan cara ketika tuas rem ditekan, lengan rem mendorong piston sehingga cup primer menutup lubang relief agar fluida tidak kembali ke reservoir (Abner Eleazar Castro Olivias, 2018).



Gambar 2.4 Master rem

(Auto2000, 2024)

2.7.2 Kaliper

Kaliper merupakan komponen pada rem cakram yang berperan menekan kampas rem ke piringan cakram serta menopang piston dan kampas rem (Adji Nur Permana dan Ahmad Hanif Firdaus, 2024).



Gambar 2.5 Kaliper
(Webike.id, 2021)

2.7.3 Cakram

Cakram merupakan komponen pengereman kendaraan berbentuk piringan yang dijepit oleh kampas rem saat proses pengereman berlangsung (Nu'man, 2023)



Gambar 2.6 Cakram/piringan
(Honda, 2023)

2.7.4 Kabel rem

Selang rem berfungsi sebagai penghubung dan penyalur minyak rem yang mendorong brake lever menuju brake caliper (Riyan, 2023).



Gambar 2.7 Kabel/selang rem

2.8 Jarak Pengereman

Jarak pengereman dapat diartikan sebagai jarak yang ditempuh kendaraan untuk berhenti setelah rem ditekan pada kecepatan tertentu. Panjang jarak ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi kendaraan, kondisi jalan, dan sikap pengemudi. Faktor penting lainnya mencakup kecepatan kendaraan, koefisien gesek antara ban dan jalan, performa sistem rem, kondisi ban (tekanan dan kedalaman alur), cara pengoperasian rem, serta kondisi jalan.(Mulianingtias dan Pranoto, 2024).

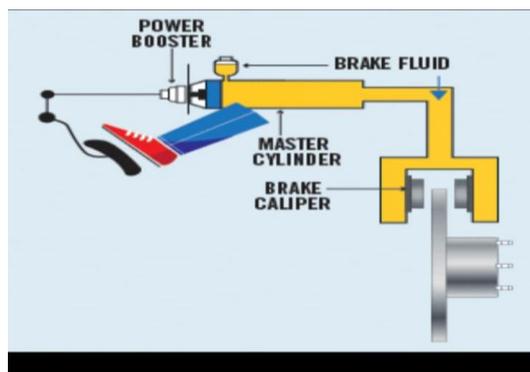
2.9 Standar Uji Pengereman

standar jarak pengereman 2 sampai 5 meter semakin tinggi kecepatan kendaraan, semakin panjang jarak pengeremannya karena tekanan rem yang sama menghasilkan jarak berhenti lebih jauh dibandingkan kecepatan rendah (Triadi dkk. 2024).

2.10 Prinsip Kerja Sistem Rem

Prinsip kerja rem didasarkan pada prinsip konversi energi gerak menjadi energi panas. Konversi ini terjadi karena adanya gesekan antara kampas rem dan

cakram, Ketika kendaraan berada di jalan menanjak atau menurun, meskipun mesin dimatikan kendaraan tetap bisa bergerak karena adanya energi dinamis yang tersimpan, Saat rem diaktifkan kampas rem ditekan ke permukaan cakram atau tromol yang berputar bersama roda. Gesekan yang terjadi akan mengurangi energi gerak dan mengubahnya menjadi panas, sehingga roda berhenti berputar. Energi panas yang timbul akan dilepaskan ke udara untuk menjaga kinerja sistem rem. Sistem rem memiliki beberapa jenis seperti Rem Tromol (*Drum Brake*), Rem Hidrolik (*Hydraulic Brake*), dan Rem Cakram *Double Piston (Double Piston Disc Brake)* (Maulana dan Prasetyo, 2021).



Gambar 2.8 Cara kerja rem

2.10.1 Rem Tromol (*Drum Brake*)

Rem tromol (*drum brake*) merupakan tipe rem kendaraan yang bekerja dengan menggunakan sepatu rem dan drum. prinsip kerja sistem ini sepatu rem yang tetap menekan bagian dalam tromol yang berputar seiring dengan roda, menghasilkan gaya pengereman. Fungsi utama rem tromol adalah menciptakan gesekan antara kampas rem dan tromol saat pengereman dilakukan, sehingga kendaraan dapat melambat atau berhenti (Dhammaputra dan Haryadi, 2021).



Gambar 2.9 Rem tromol (Auksi, 2023).

2.10.2 Rem Hidrolik (*Hydraulic Brake*)

Rem hidrolik bekerja menggunakan tekanan dari fluida minyak rem, yang saat pedal rem ditekan untuk menekan kampas rem hingga menyentuh tromol, sehingga kendaraan melambat atau berhenti, jika pedal rem terus ditekan saat kendaraan berjalan, panas berlebihan dan mengakibatkan gesekan dapat terjadi (*overheat*). Kondisi ini dapat menimbulkan masalah pada sistem, seperti *vapour lock* atau masuknya udara palsu ke dalam sistem rem, yang bisa menyebabkan rem tidak berfungsi dan berisiko menimbulkan kecelakaan (Rahmi, 2021).



Gambar 2.10 Rem hidrolik (Wuling, 2024).

2.10.3 Rem Cakram *Double Piston* (*Double Piston Disc Brake*)

Rem cakram mempunyai komponen yaitu meliputi piringan cakram, master rem, piston, selang rem, kaliper, serta kampas rem. Sistem rem ini bekerja dengan cara menjepit piringan cakram yang terpasang pada roda kendaraan. Penjepitan dilakukan oleh kaliper yang digerakkan oleh piston untuk menekan kampas rem ke

permukaan cakram. Prinsip kerjanya dimulai saat pedal rem diinjak, menyebabkan piston pada master rem terdorong ke depan (Mulyana dan Setiawan, 2023)



Gambar 2.11 Rem cakram *double piston* (Industry, 2020).

2.11 Keselamatan Pada Mobil Listrik

Keselamatan berkendara menjadi salah satu prioritas dalam menggunakan sarana transportasi, begitu juga dengan mobil listrik, Keselamatan berkendara menjadi isu penting yang senantiasa mendapat perhatian di berbagai negara. Penetapan Hari Keselamatan Dunia oleh *WHO* (Organisasi Kesehatan Dunia) pada tahun 2004 menunjukkan kepedulian khusus terhadap permasalahan keselamatan di transportasi jalan raya, alat keselamatan pada kendaraan mobil *Safety Belt* (sabuk pengaman) dan pengereman (Sulistyo dkk., 2021).

2.11.1 *Safety Belt*

Safety belt berfungsi untuk melindungi penumpang kendaraan, baik dengan menahan mereka tetap berada di dalam mobil saat terjadi benturan, maupun dengan mengurangi dampak benturan itu sendiri. Penggunaan sabuk pengaman membantu mencegah tubuh penumpang agar tidak menghantam benda lain, bagian interior kendaraan, penumpang lain, atau struktur rangka bodi mobil. Sabuk ini juga

mencegah penumpang terlempar sepenuhnya keluar dari kendaraan saat kecelakaan terjadi, yang menjadikannya komponen krusial dalam menekan risiko kematian (Abdul Kudus Zaini dkk. 2022).



Gambar 2.12 *Safety Belt* (Motor, 2020).

2.11.2 Rem

Rem berfungsi untuk mengurangi atau menghentikan laju kendaraan, serta memungkinkan kendaraan tetap diam saat diparkir di area yang menurun. Sistem ini sangat krusial karena merupakan salah satu komponen keselamatan utama dalam berkendara. Jika rem tidak dirawat dengan baik, dapat menimbulkan risiko besar bagi pengemudi, penumpang, maupun orang di sekitar. Rem merupakan elemen penting dalam menjaga keamanan saat berkendara, karena memungkinkan kendaraan berhenti dengan aman di berbagai kondisi dan lokasi (Herman, 2022).



Gambar 2. 13 Rem mobil (Daihatsu, 2023)

2.12 Bagian - Bagian Mobil Listrik

Mobil listrik memiliki beberapa bagian – bagian diantaranya baterai, *controller*, bodi, *chasis*, kemudi dan motor Listrik.

2.12.1 Baterai *Li-Po*

Baterai *Li-Po* menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan film plastik tipis. Parameter pada baterai *Lithium Polymer (LiPo)* dapat ditemukan pada label baterai dan ditandai dengan simbol “S”. Lapisan film tersebut tersusun berlapis di antara anoda dan katoda, yang menyebabkan terjadinya proses pertukaran ion (Harjono, 2023).



Gambar 2.14 Baterai *li-po* (Huawei, 2025).

2.12.2 *Controller*

Controller adalah suatu rangkaian elektronik yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan motor listrik dengan cara mengatur jumlah arus dan tegangan yang dialirkan ke motor. pengaturan ini putaran motor (RPM) dapat disesuaikan dengan keinginan pengemudi melalui pedal pengatur kecepatan

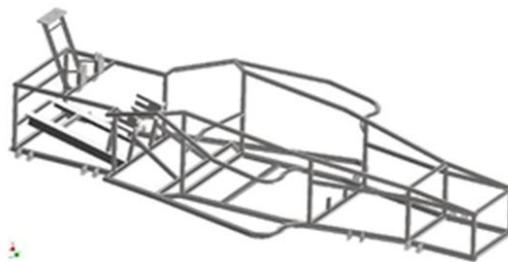
(*Throttle*), yang umumnya menggunakan potensiometer atau resistor variable (Fatkhurrozak, 2018).



Gambar 2.15 Controller (Banyumas, 2024).

2.12.3 Chasis

Chasis mobil harus memiliki struktur yang kokoh untuk mampu menopang beban kendaraan. komponen kendaraan seperti penumpang, baterai, sistem kemudi, serta berbagai perlengkapan kenyamanan diletakkan di atas rangka. rangka (*chasis*) juga berperan sebagai pelindung bagi pengemudi dan penumpang. desain rangka dirancang sedemikian rupa agar dapat menanggung seluruh beban kendaraan, termasuk sistem kemudi, suspensi, rem, dan komponen lainnya (Alfian Muhajrin dkk. 2023).



Gambar 2.16 Chasis/Rangka (Toteles, 2021).

2.12.4 Bodi

Bodi kendaraan adalah bagian yang dirancang secara khusus untuk membentuk tampilan luar kendaraan dan berperan sebagai pelindung utama bagi pengemudi serta penumpangnya. Desain bodi dibuat sedemikian rupa agar mampu melindungi penumpang dari berbagai gangguan luar, seperti kondisi cuaca ekstrem, debu, suara bising, dan potensi bahaya fisik akibat benturan atau kecelakaan. bentuk bodi yang aerodinamis dapat mengurangi hambatan angin saat kendaraan bergerak, sehingga mendukung efisiensi penggunaan energi dan kestabilan selama perjalanan, Tak hanya sebagai pelindung tampilan bodi juga memberikan nilai estetika yang membuat kendaraan tampak lebih modern dan menarik (Rifdarmon dkk. 2023).



Gambar 2.17 bodi (Teknik dkk. 2018).

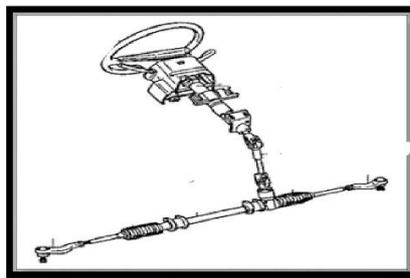
2.12.5 Kemudi

Sistem kemudi berperan dalam mengarahkan dan membelokkan kendaraan dengan cara memutar roda depan. Ketika pengemudi memutar roda kemudi, batang kemudi (*steering column*) akan mentransmisikan gerakan putar tersebut ke roda gigi kemudi (*steering gear*). Komponen ini kemudian memperbesar gaya putar agar mampu menghasilkan momen yang cukup untuk menggerakkan roda depan melalui

mekanisme sambungan kemudi (*steering linkage*) Secara umum, terdapat dua jenis sistem kemudi:

1. Sistem Kemudi manual

sistem kemudi yaitu sistem yang mengandalkan tenaga fisik pengemudi untuk mengubah arah roda, di mana gaya tersebut disalurkan melalui komponen kemudi.



Gambar 2.18 Kemudi manual (Artika dkk. 2022).

2. Sistem Kemudi *Power steering*

Power steering yaitu sistem kemudi yang dilengkapi dengan sistem bantu berupa komponen hidrolik atau elektrik untuk mempermudah pengemudi dalam membelokkan roda kendaraan (Purboputro dkk 2018).



Gambar 2.19 Kemudi *power steering* (Indonesia, 2023)

2.12.6 Motor Listrik

Motor listrik adalah perangkat yang terdiri dari lilitan kawat tembaga atau kumparan yang berfungsi mengubah arus listrik menjadi energi gerak. Energi

gerak ini bisa dimanfaatkan untuk memutar pompa, impeller, menggerakkan kompresor, kipas, blower, mengangkat benda, atau menggerakkan kendaraan. Motor listrik juga banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada alat rumah tangga—misalnya mixer, kipas angin, dan bor listrik—serta pada peralatan industri. kendaraan motor listrik berfungsi sebagai penggerak utama yang bekerja saat dialiri arus Listrik (Usman, 2023).



Gambar 2.20 Motor listrik (E-motor, 2024).

2.13 Rumus Perhitungan Jarak Pengereman (*Braking Distance*)

$$S = \frac{v^2}{2e \cdot g}$$

Keterangan :

s = Jarak pengereman (m)

v = kecepatan kendaraan saat melaju (m/s)

e = koefisien gesek (0,7)

g = gravitasi (9,81) (Kurniawan dkk. 2021).