

PERENCANAAN SISTEM PENEREMAN JENIS *DISC BRAKE* MENGGUNAKAN KEMAGNETAN SEMI PERMANEN

Methodius zebua¹⁾, Evaryanto²⁾, Dedy Pradigdo³⁾

1) 2) 3) Prodi Teknik Otomotif Kendaraan Tempur, Jalan Raya
Anggrek Sekar Putih, Pendem Junrejo, Batu, Jawa Timur

E-mail: methodiuszebua29@gmail.com¹⁾, dedypradigdo@gmail.com²⁾

Abstract

Progress science and technology (IPTEK) is increasingly rapid, particularly in the automotive industry where it creates new inventions that are very important for a longer period of time today century. New innovations in vehicles will be created by this development. Braking systems are one of the major components in this progress. braking system. That's how the idea of a brake was born. It is capable of helping the main brake work by using electrical energy from the winding, which will be converted into a magnetic force and then transformed into a magnetic field. The electricity from this coil, which will be transformed into an electromagnetic field and transmitted to a plate, forwarded to the slab. Using inductive methods to conduct research, existing data in this area, which are systematically and theoretically derived from reference manuals and journals related to the main brake work, are used in this research systematically and theoretically from reference books and journals on braking systems and semipermanent magnetic fields. Therefore, the increase in braking force is the result of the hypothetical calculation. Compared to the ordinary brakes, this is 14.5%.

Keywords: braking system, disc brake, magnetism

Abstrak

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) semakin kencang khususnya bidang otomotif dan menghasilkan penemuan baru yang sangat berguna bagi kehidupan di abad yang sudah modern. Perkembangan ini menciptakan inovasi baru dalam kendaraan. Komponen paling penting dalam kemajuan ini salah satunya adalah adalah sistem pengereman. Hal ini memunculkan suatu pemikiran untuk membuat rem penunjang yang berfungsi membantu kerja rem utama dengan memanfaatkan

tenaga listrik dari lilitannya yang nantinya dirubah menjadi gaya magnet kemudian diteruskan menuju lempengan. Dengan menggunakan metode penelitian induktif, penelitian ini menggunakan data yang ada di lapangan yang dilakukan secara sistematis dan secara teoritis dari buku panduan referensi dan jurnal yang terkait dengan sistem pengereman dan kemagnetan semi permanen. Sehingga, hasil perhitungan hipotesis adalah terjadi peningkatan daya pengereman sebesar 14,5% jika dibandingkan dengan rem standar.

Kata kunci: sistem pengereman, *disc brake*, kemagnetan

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang semakin pesat khususnya dibidang otomotif, menghasilkan penemuan baru yang sangat berguna bagi kehidupan di abad yang sudah modern ini, terutama sebagai bahan penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di lingkungan TNI AD.

Salah satu komponen yang paling penting adalah sistem pengereman. Sistem pengereman pada kendaraan sekarang ini banyak ditemukan, baik sistem kerja rem utama hingga rem tangan yang berfungsi untuk memperlambat serta menghentikan kendaraan secara aman (S and Djunaidi 2018).

Rem merupakan perangkat yang mengubah energi kinetik menjadi energi panas (Azdhar Baruddin 2020). Rem terdiri dari rem tromol, rem cakram, dan rem penunjang. Sistem kerja rem tromol adalah pada saat silinder bekerja atau mendapat tekanan dan kemudian menekan ujung kanvas, maka kanvas meregang sampai terjadi gesekan antara kanvas dengan tromol. Kerja rem cakram dimana tekanan minyak rem mendorong piston kemudian piston mendorong kanvas, selain kanvas cepat aus,

pemasangan dan perawatan rem ini sulit dan kurang ekonomis karena faktor harga yang relatif mahal (Dzikrullah dkk 2017).

Rem utama harus kerja maksimum yang menyebabkan cepatnya pengikisan balok rem atau kanvas pada rem tromol dan cakram sehingga pemakaiannya lebih tahan lama, maka muncul suatu pemikiran untuk membuat rem penunjang yang berfungsi membantu kerja rem utama. Dimana tenaga listrik dari lilitannya nantinya dirubah menjadi gaya magnet yang diteruskan menuju lempengan. Gaya magnet yang terdapat pada lempengan ini akan memperlambat perputaran dari cakram, sehingga mampu mengurangi laju dari kendaraan tersebut.

Agar tidak mempengaruhi gerak putar cakram yang menyebabkan pengikisan bagian cakram diberikan jarak aman antara keduanya, jenis lempengan yang digunakan mengandung unsur *ferro* (besi) yang sifat kemagnetannya mudah muncul dan mudah hilang. Sistem seperti ini disebut magnet semi permanen.

Dari latar belakang tersebut, penulis berkeinginan membuat karya tulis dengan judul “**PERENCANAAN SISTEM Pengereman Jenis Disc Brake Menggunakan Kemagnetan Semi Permanen**”.

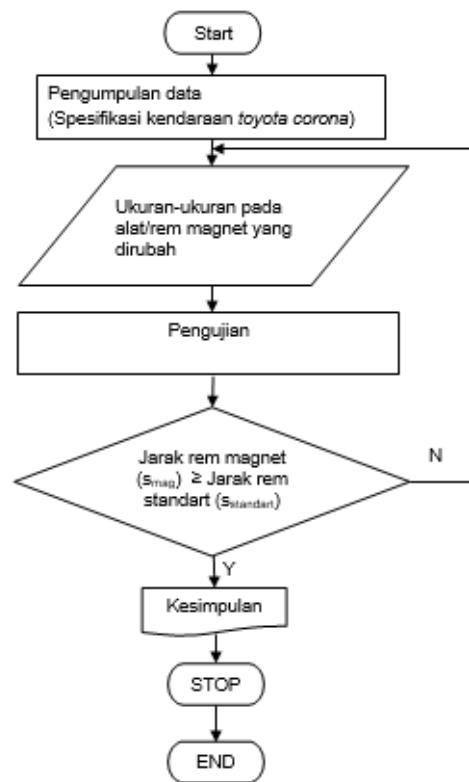
METODE PENELITIAN

Dalam Penelitian ini digunakan metode induktif sehingga diperoleh hasil yang maksimal, yaitu dengan merencanakan data yang ada di lapangan yang dilakukan secara sistematis dan secara teoritis dari buku panduan referensi dan jurnal yang terkait dengan sistem pengereman dan kemagnetan semi permanen.

Variabel yang Digunakan.

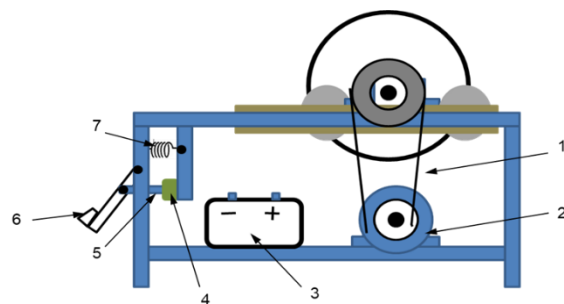
1. Variabel Bebas.
 - a. Bahan yang digunakan
 - b. Nilai hambatan/Resistansi yang divariasikan: 5Ω , 10Ω , 15Ω , 20Ω , 25Ω , 30Ω , 35Ω , 40Ω .
2. Variabel Terikat.
 - a. Waktu perlambatan putaran cakram.
 - b. Magnet semi permanen.

Diagram alir.



Gambar 1. Diagram alir.

Desain Alat



Gambar 2. Desain Alat

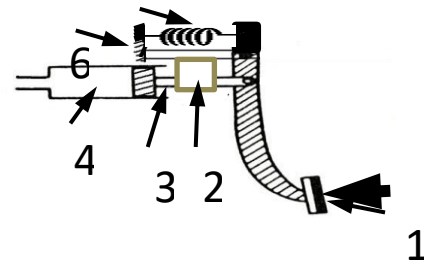
Keterangan:

1. Sabuk /belt
2. Motor AC
3. Baterai
4. Potensio
5. Tuas master rem
6. Pedal rem

7. Pegas

Cara kerja. Motor dihidupkan terlebih dahulu lalu berputar dan menggerakkan puli pada motor, sekaligus menggerakkan puli pada poros melalui *belt*. Kemudian poros dan piringan cakram berada pada sumbu putar bersama dengan puli motor akan ikut berputar sesuai dengan kecepatan pada puli tersebut. Setelah itu arus listrik pada *potensio* yang berasal dari baterai atau *accu* diteruskan menuju kumparan. Besar arus yang mengalir dari *potensio* menuju kumparan ditentukan dari besarnya penekanan pedal rem, dengan kata lain semakin pedal rem ditekan, maka arus listrik dari *potensio* menuju kumparan semakin besar. Arus pada kumparan akan membentuk medan magnet pada inti besi menghasilkan gaya magnet dan menarik cakram. Kecepatan putaran cakram secara perlahan-lahan akan berhenti berputar bila gaya magnet yang dihasilkan semakin besar. Sedangkan besar-kecilnya gaya magnet tergantung dari arus yang mengalir ke kumparan yang diatur oleh *potensio*. Arus dikeluarkan *potensio* diatur oleh injakan pedal rem.

Pemasangan pedal rem atau saklar untuk mengaktifkan kerja rem sebagai fungsi rem penunjang pada kendaraan adalah :



Gambar3.Pemasangan Saklar Untuk Mengaktifkan Kerja Rem Magnet.

Keterangan :

1. Pedal rem.
2. *Potensio*.
3. Tuas katup rem.
4. Master silinder.
5. Body mobil.
6. Pegas.

Pedal rem hidrolis mempunyai gerak bebas sehingga pada awal penekanan pedal gerak bebas tersebut, sudah mulai mengaktifkan magnet pada kumparan, sehingga pada saat rem hidrolis mulai bekerja secara otomatis rem tersebut sudah ada hambatan pada rem magnet. Semakin besar gaya pengereman secara bersamaan semakin besar pula gaya magnet yang dihasilkan oleh kumparan. Jadi pada dasarnya rem magnet bekerja sebelum rem hidrolis berfungsi sehingga fungsi dari rem magnet sebagai rem penunjang dapat terpenuhi yaitu untuk mengurangi faktor keausan terhadap kanvas rem pada penggunaan rem hidrolis (Anwar 2020).

Adapun perhitungan sistem pengereman jenis *disc brake* menggunakan kemagnetan semi permanen sebagai berikut :

1. Momen yang terjadi :

$$T = \mu \cdot F_{sdc} \cdot K_1 \cdot R_m \text{ (Nm)}$$

Sumber : (Sularso 2004)

Dimana gaya tekan silinder depan adalah:

$$F_{sdc} = P_m \cdot A_{src} \text{ (N)}$$

2. Jarak pengereman dapat kita gunakan persamaan (Srem):

$$\frac{w \cdot v^2}{(2 \cdot g)} = \frac{F \cdot d}{D} \times s \times 4$$

$$S_{rem} = \frac{w \cdot v^2 \cdot D}{2 \cdot g \cdot F \cdot d \cdot 4}$$

Sumber : (Sularso 2004)

Dimana :

F_d : Gaya pada rem cakram (N).

P_m : Tekanan pada master silinder (N/m²).

F_{sdc} : Gaya silinder roda depan (N).

A_{sdc} : Luas penampang silinder roda (m²).

R : Jari-jari roda (m).

μ : koefisien gesek roda dan aspal kinetik.

I : Momen kelembaman roda (Nm²).

m_{rad} : Massa roda (N).

V : Kecepatan (m/dt).

r : Jari-jari cakram rata-rata (m)

F_{tot} :Gaya pengereman total kendaraan (N).

F_{blk} : Gaya pengereman rem belakang (N).

F_{dpm} : Gaya pengereman rem depan (N).

d : Diameter dalam drum rem (m)

D : Diameter ban efektif (m)

K_1 : Keausan lapisan cakram.

3. Medan Magnet

$$B = \frac{\mu_0}{2} \times \frac{I \times N}{A} \text{ (Weber/meter}^2 \text{)}$$

(Sumber :Halliday D, et al, 1997 : 384)

Dimana :

B : Rapat fluks/induksi magnet (Wb/m²)

μ_0 : Permeabilitas ruang hampa.

$4\pi \times 10^{-7}$ (Wb/ampere lilitan meter).

I : Arus listrik. (Ampere).

N : Jumlah lilitan. (Lilitan).

A_{kawat} : Luas penampang kawat lilitan.(meter²).

HASIL PENELITIAN

1. Momen yang terjadi. Sehingga dengan momen rem (T) dari satu sisi cakram rumus persamaannya yang digunakan adalah :

$$T = \mu \cdot F_{sdc} \cdot K \cdot R_m \text{ (Nm)}$$

Dimana gaya tekan silinder roda depan (F_{sdc}) pada rem cakram :

$$\begin{aligned}
 F_{sdc} &= P_m \cdot A_{sdc} \text{ (kg/m)} \\
 &= 0,009341 \text{ N/m}^2 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,05 \text{ m})^2 \right) \\
 &= 0,009341 \text{ N/m}^2 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,0025 \text{ m}^2 \right) \\
 &= 0,009341 \text{ N/m}^2 \times 0,0001963 \text{ m}^2 \\
 &= 1,83 \cdot 10^{-7} \text{ N.}
 \end{aligned}$$

2. Menghitung jarak pengereman dengan kecepatan 40 km/jam (11,11 m/dt). Pada perhitungan jarak pengereman dengan berat kendaraan 890 N yang digunakan pada jalan datar aspal/beton kering. Sehingga untuk mencari jarak pengereman dapat kita gunakan persamaan :

$$S_{rem} = \frac{w \cdot v^2 \cdot D}{2 \cdot g \cdot F \cdot d \cdot 4} \text{ (m)}$$

$$\begin{aligned}
 S_{rem} &= \\
 &= \frac{890 \text{ N} \times (11,11 \text{ m/s})^2 \times (2 \times 0,28 \text{ m})}{2 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times (299,25 \text{ N} \times 2 + 586,30 \text{ N} \times 2) \times (2 \times 0,17 \text{ m})}
 \end{aligned}$$

$$S_{rem} = \frac{890 \text{ N} \times 123,43 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \times 0,56 \text{ m}}{19,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (598,5 \text{ N} + 1172,6 \text{ N}) \times 0,34 \text{ m}}$$

$$S_{rem} = \frac{890 \text{ N} \times 69,12 \text{ m}^3/\text{s}^2}{1771,1 \text{ N} \times 6,664 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

$$S_{rem} = \frac{61516,80 \text{ m}^3/\text{s}^2}{11802,61 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

$$S_{rem} = 5,21 \text{ m.}$$

Jadi, jarak pengereman pada kendaraan $\frac{3}{4}$ ton *toyota corona* yang menggunakan rem tromol belakang dan rem cakram pada roda depan dengan berat kendaraan 890 N pada kecepatan 40 km/jam yang digunakan pada aspal/beton kering dapat diperoleh pengereman 5,21 m.

3.. Pada *potensio* dengan nilai hambatan 5 Ohm, maka besarnya arus yang mengalir sebesar 2,4 *Ampere*, maka besarnya rapat *Fluks*/Induksi magnet (B) adalah :

$$B = \frac{\mu}{2} \times \frac{I \times N}{A} \text{ (Weber/meter)}$$

$$= \frac{4,3,14 \cdot 10^{-7}}{2} \times \frac{2,4 \times 200}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \times 1,6 \times 1,6 \cdot 10^{-6}}$$

$$= \frac{12,56 \cdot 10^{-7}}{2} \times \frac{480}{2 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 6,28 \cdot 10^{-7} \times 240 \cdot 10^6$$

$$= 150,72 \text{ Weber/meter.}$$

Tabel 1. Perhitungan Rapat *Fluks*/Induksi Magnet

No	μ (Wb/A lilitan meter) ($\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$)	I (Amper e)	N (lilitan)	A (m ²) ($\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^{-6} \cdot d^2$)	B (Wb /m)
1	$6,28 \cdot 10^{-7}$	0,3	200	$2 \cdot 10^{-6}$	18,8 4
2	$6,28 \cdot 10^{-7}$	0,34	200	$2 \cdot 10^{-6}$	21,3 5
3	$6,28 \cdot 10^{-7}$	0,4	200	$2 \cdot 10^{-6}$	25,1 2
4	$6,28 \cdot 10^{-7}$	0,48	200	$2 \cdot 10^{-6}$	30,5 8
5	$6,28 \cdot 10^{-7}$	0,6	200	$2 \cdot 10^{-6}$	37,6 8
6	$6,28 \cdot 10^{-7}$	0,8	200	$2 \cdot 10^{-6}$	50,2 4
7	$6,28 \cdot 10^{-7}$	1,2	200	$2 \cdot 10^{-6}$	75,2 4
8	$6,28 \cdot 10^{-7}$	2,4	200	$2 \cdot 10^{-6}$	150, 72

PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan yang telah didapatkan maka hasil dari momen rem (T) yaitu $1,83 \cdot 10^{-7}$ N, hasil dari Menghitung jarak pengereman dengan kecepatan 40 km/jam (11,11 m/dt). Pada perhitungan jarak pengereman dengan berat kendaraan 890 N yaitu 5,21 m serta

pada *potensio* dengan nilai hambatan 5 Ohm, maka besarnya arus yang mengalir sebesar 2,4 *Ampere* yaitu 150,72 *Weber*/meter.

Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan peningkatan daya pengereman pada rem gabungan dengan berbagai kecepatan yang berbeda, mengalami peningkatan prosentase daya pengereman yang sama yaitu 14,5%, bila dibandingkan dengan rem standar, maka rem gabungan tersebut dapat diaplikasikan pada kendaraan.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian Perencanaan Sistem Pengereman Jenis *Disc Brake* Menggunakan Kemagnetan Semi Permanen, dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan daya pengereman sebesar 14,5% jika dibandingkan dengan rem standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S. 2020. "Rancang Bangun Rem Pada Kendaraan Dinas Tni-Ad $\frac{3}{4}$ Ton." *Jurnal Otoranpur*, 0–9. <http://journal.poltekad.ac.id/index.php/oto/article/view/51>.
- Azdhar Baruddin, La Ode Muhammad Azdhar. 2020. "Analisis Pengaruh Kecepatan Terhadap Jarak Dan Waktu Pengereman Pada Mobil

Hybrid Urban Kmhe 2018.” *Jurnal Teknik Mesin* 9 (3): 195.
<https://doi.org/10.22441/jtm.v9i3.4998>.

Dzikrullah dkk. 2017. “1. PENDAHULUAN Rem Merupakan Suatu Komponen,” 667–78.

S, Ketut Gede Adi P, and Eko Djunaidi. 2018. “ANALISA HYDROPNEUMATIC BRAKE SYSTEM PADA RANTIS Jurusan Teknik Otoranpur , Poltekad Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Merdeka Malang * Email Corresponding Author : Sudjatismiko@unmer.Ac.Id,” 274–83.

Sularso, Kiyokatsu Suga. 2004. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.