

**EFISIENSI SISTEM REM PADA MOBIL BARANG
BERDASARKAN KADAR AIR DAN NILAI TITIK DIDIH
(*BOILING*) MINYAK REM DENGAN MENGGUNAKAN
BRAKE FLUID BOILING TESTER TIPE AS506**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH :

I KOMANG YUDHI KRISNA MAHARTA JAYA

2101011

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF**

2024

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**EFISIENSI SISTEM REM PADA MOBIL BARANG BERDASARKAN
KADAR AIR DAN NILAI TITIK DIDIH (*BOILING*) MINYAK REM
DENGAN MENGGUNAKAN *BRAKE FLUID BOILING*
*TESTER TIPE AS506***

Disusun Oleh :

I KOMANG YUDHI KRISNA MAHARTA JAYA

2101011

Disetujui untuk diajukan pada Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I



M Beny Dwifa, S.Pd, M.T
NIP. 19880929 202321 1 014
Tanggal :09 Agustus 2024

DOSEN PEMBIMBING II



Surya Aji Ermanto, M.Si
NIP. 19910207 201902 1 002
Tanggal :09 Agustus 2024

Ditetapkan di : Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN

KERTAS KERJA WAJIB

**EFISIENSI SISTEM REM PADA MOBIL BARANG BERDASARKAN
KADAR AIR DAN NILAI TITIK DIDIH (*BOILING*) MINYAK REM
DENGAN MENGGUNAKAN *BRAKE FLUID BOILING*
TESTER TIPE AS506**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh :

I KOMANG YUDHI KRISNA MAHARTA JAYA





2101011

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL: 5 AGUSTUS 2024

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji

 <u>Riz Rifai Oktavianus Sasue, S.T., M.Eng.</u> NIP. 19861014 201902 1 002	 <u>M Beny Dwifa, S.Pd, M.T</u> NIP. 19880929 202321 1 014
 <u>Rahmat Ahmad, S.Pd., M.T.</u> NIP. 19851111 201902 1 002	 <u>Surya Aji Ermanto, M.Si.</u> NIP. 19910207 201902 1 002

Mengetahui,

**KETUA PROGRAM STUDI
DIPLOMA III TEKNOLOGI OTOMOTIF**


Adrian Pradana, S.T., M.Si.

NIP. 19900130 201012 1 005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, I KOMANG YUDHI KRISNA MAHARTA JAYA, Notar. 2101011, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib dengan judul " **EFISIENSI SISTEM REM PADA MOBIL BARANG BERDASARKAN KADAR AIR DAN NILAI TITIK DIDIH (BOILING) MINYAK REM DENGAN MENGGUNAKAN BRAKE FLUID BOILING TESTER TIPE AS506**" merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau kesarjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 03 Agustus 2024

Penulis,



I Komang Yudhi Krisna Maharta Jaya

Notar. 2101011

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Om Swastyastu. Om Awighnam Astu Namu Sudhham

Dengan penuh rasa syukur dan terima kasih, saya panjatkan doa kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa. Berkat Asung Kertha Wara Nugraha Ida, saya dapat mewujudkan salah satu harapan orang tua saya hingga saat ini. Meski banyak rintangan dan cobaan yang harus dihadapi, saya dapat mencapai titik ini dengan versi terbaik saya.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua saya, Bapak I Made Suajana dan Ibu Ni Wayan Adi Sujati, atas semua usaha dan doa yang telah kalian curahkan untuk saya hingga saya bisa meraih harapan kalian. Meski ucapan terima kasih tak cukup membalas semua pengorbanan kalian, saya ingin mengungkapkan rasa terima kasih atas segala keringat, air mata, dan tenaga yang telah kalian berikan. Semoga kalian selalu diberkahi kesehatan dan kesejahteraan. Saya berharap dapat menjalani kehidupan ini tanpa mengecewakan kalian dan memenuhi harapan yang kalian titipkan pada saya.

Secara khusus, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Pak M. Beny Dwifa sebagai dosen pembimbing yang sangat membantu saya dalam pembuatan Kertas Kerja Wajib ini. Dukungan dan bimbingan beliau sangat berarti bagi saya.

Dengan penuh harapan dan cinta, aku persembahkan karya ini untukmu, yang sabar menantikan saat kita bisa bersatu dalam pernikahan. Terima kasih atas kesabaranmu selama aku mempersiapkan masa depan kita. Semoga perjalanan ini mendekatkan kita pada impian kita, dan aku bisa segera mewujudkan harapanmu menjadi istrimu yang sah di hadapan Tuhan dan keluarga. Tetaplah bersabar dan percayalah, aku sedang berusaha yang terbaik untuk masa depan kita bersama.

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan, kakak, dan teman-teman dari Jagakarsa. Terima kasih telah mendukung dan membantu saya dalam setiap situasi.

Terima kasih, dan semoga kita bertemu lagi di kesempatan terbaik lainnya!

KATA PENGANTAR

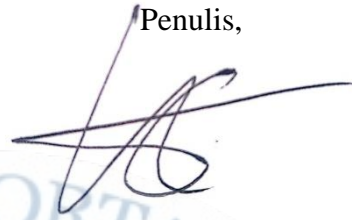
Segala puji syukur atas rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-NYA, sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul “Efisiensi Sistem Rem Pada Mobil Barang Terhadap Nilai Titik Didih (Boiling) Minyak Rem Dengan Menggunakan Brake Fluid Boiling Tester Tipe AS506” dapat selesai sesuai jadwal yang ditetapkan. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan baik ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih atas bimbingan, arahan dan kerja samanya kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ir. I Made Suraharta, S.T., S.Si.T., M.T selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali;
2. Bapak Adrian Pradana, S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi D-III Teknologi Otomotif Politeknik Transportasi Darat Bali dan Dosen Pembimbing II;
3. Bapak M Beny Dwifa, S.Pd, M.T selaku Dosen Pembimbing I
4. Bapak Surya Aji Ermanto, M.Si selaku Dosen Pembimbing II
5. Bapak Fatchuri selaku Kepala Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa;
6. Bapak Aksan Eka Pramudi selaku Kasubag Tata Usaha Unit Pengelola Pengujian Kendaraan Bermotor Jagakarsa;
7. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Politeknik Transportasi Darat Bali;
8. Orang tua dan adik yang telah mendukung dan memberikan motivasi serta doa;
9. Rekan-rekan dan adik-adik Taruna/Taruni angkatan I, II dan III Politeknik Transportasi Darat Bali;
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini.

Penulis menyadari Kertas Kerja Wajib ini banyak kekurangan, saran dan masukan sangat diharapkan bagi kesempurnaan penulisan. Semoga bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi Darat

Tabanan, 03 Agustus 2024

Penulis,



I KOMANG YUDHI KRISNA MAHARTA JAYA

2101011



DAFTAR ISI

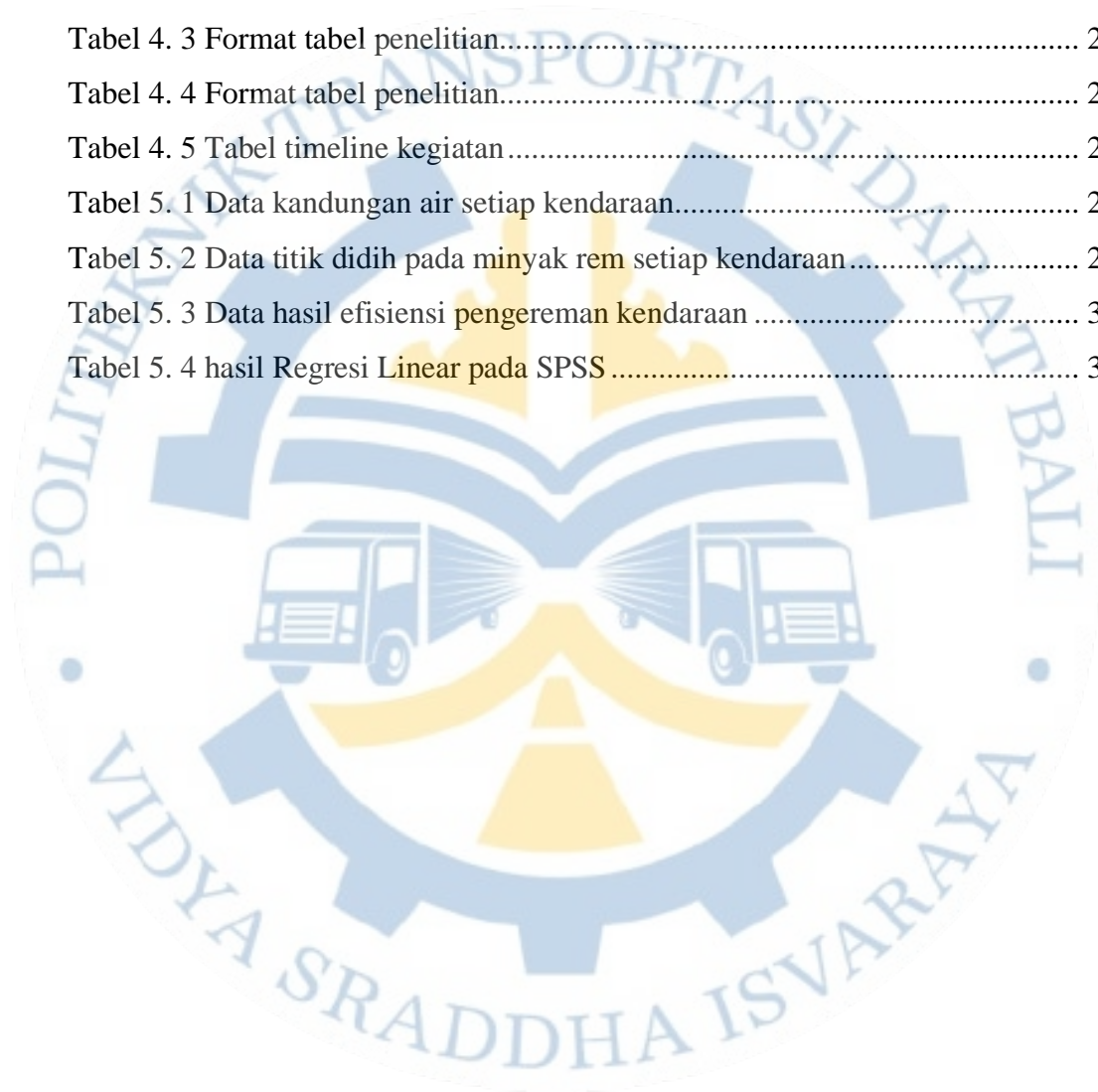
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II GAMBARAN UMUM.....	6
2.1 Kondisi Wilayah.....	6
2.2 Kondisi Objek.....	6
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	9
3.1 Tinjauan Pustaka.....	9
3.2 Uji berkala kendaraan bermotor.....	12
3.3 Brake Fluid.....	14
3.4 Boiling Brake Fluid.....	16
3.5 Penelitian Terdahulu.....	18
BAB IV METODE PENELITIAN.....	20
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	20
4.2 Metode Analisis Data.....	22
4.3 Bagan Alir Penelitian.....	23
4.4 <i>Timeline</i> Kegiatan Penelitian.....	26
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	27
5.1 Pengambilan Data.....	27

BAB VI PENUTUP	38
6.1 Kesimpulan.....	38
6.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	43



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Klasifikasi Minyak Rem	11
Tabel 3. 2 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 4. 1 Tampilan hasil alat uji kemampuan rem	21
Tabel 4. 2 format tabel penelitian	21
Tabel 4. 3 Format tabel penelitian.....	22
Tabel 4. 4 Format tabel penelitian.....	22
Tabel 4. 5 Tabel timeline kegiatan	26
Tabel 5. 1 Data kandungan air setiap kendaraan.....	28
Tabel 5. 2 Data titik didih pada minyak rem setiap kendaraan.....	29
Tabel 5. 3 Data hasil efisiensi pengereman kendaraan	30
Tabel 5. 4 hasil Regresi Linear pada SPSS	35



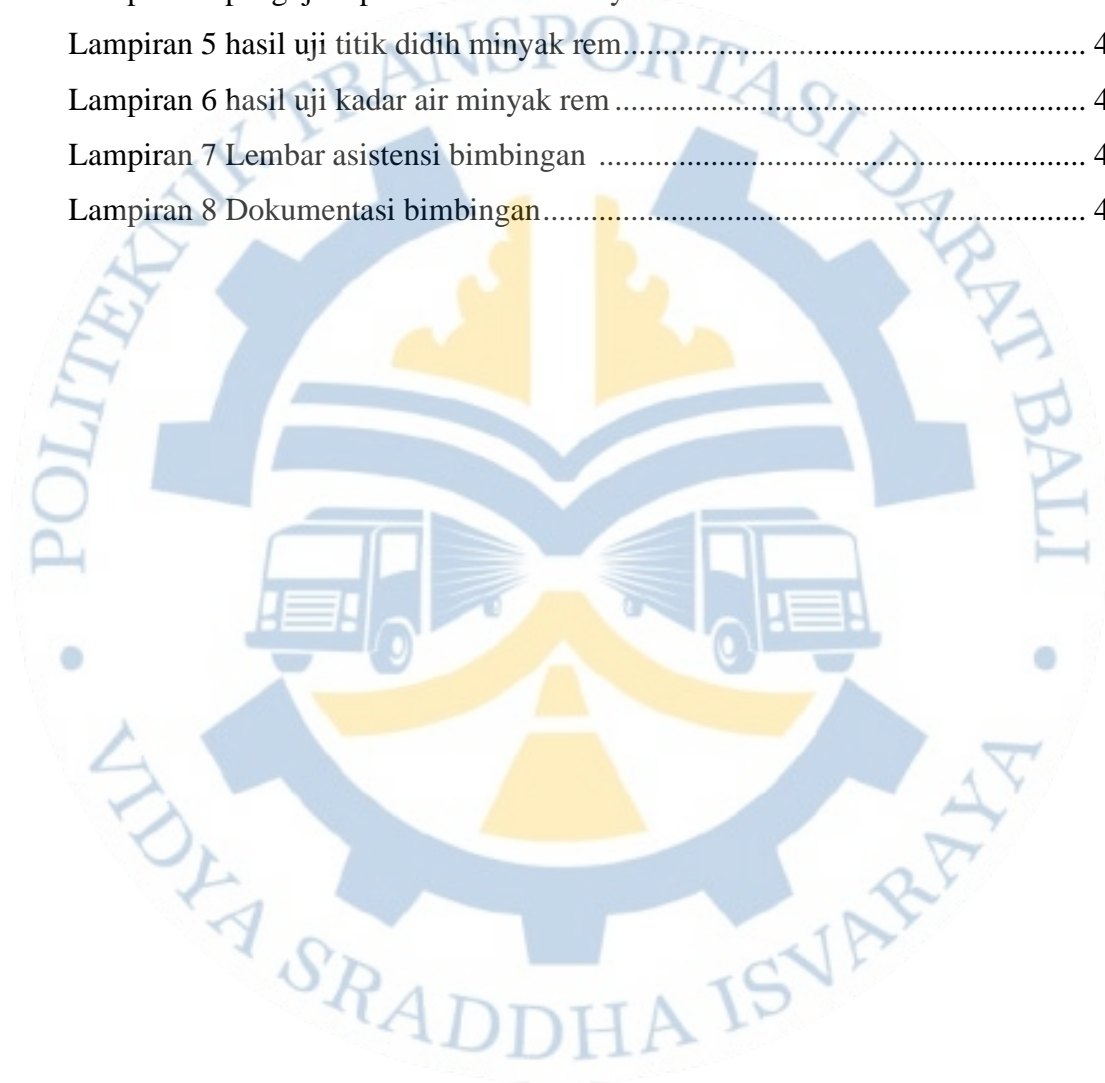
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kantor UP PKB Jagakarsa	6
Gambar 2 kendaraan mobil marang sumbu 1.2	7
Gambar 3 Alat Uji Rem dan Pengukuran Berat.....	8
Gambar 4 Alat Uji Brake Tester dan axle load	14
Gambar 5 Brake Fluid Tester.....	16
Gambar 6 Brake Fluid Boiling Tester.....	18
Gambar 7 Diagram alir penelitian.....	23
Gambar 8 Grafik hubungan kandungan air minyak rem dan kemampuan rem	32
Gambar 9 Grafik hubungan kandungan air minyak rem dan waktu pemakaian... 33	
Gambar 10 Grafik hubungan kandungan air dan titik didih minyak rem.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Stiker kalibrasi alat uji Brake Tester dan Axle Load.....	43
Lampiran 2 Dokumentasi eksperimen Pengujian efisiensi pengereman.....	43
Lampiran 3 Pengambilan sampel minyak rem.....	44
Lampiran 4 pengujian pada titik didih minyak rem	44
Lampiran 5 hasil uji titik didih minyak rem.....	46
Lampiran 6 hasil uji kadar air minyak rem	46
Lampiran 7 Lembar asistensi bimbingan	47
Lampiran 8 Dokumentasi bimbingan.....	48



INTISARI

EFISIENSI SISTEM REM PADA MOBIL BARANG BERDASARKAN KADAR AIR DAN NILAI TITIK DIDIH (BOILING) MINYAK REM DENGAN MENGGUNAKAN BRAKE FLUID BOILING TESTER TIPE AS506

Oleh

I KOMANG YUDHI KRISNA MAHARTA JAYA

2101011

Menurut investigasi Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) 2023, kecelakaan kendaraan angkutan barang di Indonesia sering disebabkan oleh kegagalan pengereman akibat *overheat*. Ini terjadi karena sistem rem hidrolis pada kendaraan menggunakan minyak rem untuk mentransfer tekanan dari pedal rem ke silinder roda. Sistem rem sangat penting, terutama pada mobil barang yang sering mengangkut muatan berat. Kinerja sistem rem dipengaruhi oleh kualitas minyak rem, yang bergantung pada kadar air dan titik didihnya. Peningkatan kadar air dalam minyak rem dapat menurunkan titik didih dan menyebabkan kegagalan sistem rem dalam kondisi ekstrem. Oleh karena itu, penting bagi pengguna kendaraan untuk rutin memeriksa kadar air dalam minyak rem.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis efisiensi sistem rem pada mobil barang berdasarkan kadar air dan titik didih minyak rem. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemantauan rutin kadar air dan titik didih minyak rem sangat penting untuk menjaga efisiensi sistem rem pada mobil barang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif antara kadar air dalam minyak rem dengan titik didihnya. Semakin tinggi kadar air, semakin rendah titik didih minyak rem.

Kata Kunci : Minyak Rem, Kemampuan Rem Kendaraan, Ambang Batas

ABSTRACT

EFFICIENCY OF BRAKE SYSTEMS IN GOODS VEHICLES BASED ON WATER CONTENT AND BOILING POINT VALUES OF BRAKE FLUID USING BRAKE FLUID BOILING TESTER TYPE AS506

By

I Komang Yudhi Krisna Maharta Jaya

2101011

According to the investigation by the National Transportation Safety Committee (KNKT), accidents involving goods vehicles in Indonesia are often caused by brake failure due to overheating. This occurs because the hydraulic brake system in these vehicles uses brake fluid to transfer pressure from the brake pedal to the wheel cylinders. The brake system is crucial, especially for goods vehicles that frequently carry heavy loads. The performance of the brake system is influenced by the quality of the brake fluid, which depends on its water content and boiling point. An increase in the water content of the brake fluid can lower its boiling point, leading to brake system failure under extreme conditions. Therefore, it is important for vehicle users to regularly check the water content in the brake fluid.

This study aims to measure and analyze the efficiency of the brake systems in goods vehicles based on the water content and boiling point of the brake fluid. The study concludes that regular monitoring of the water content and boiling point of the brake fluid is essential for maintaining the efficiency of the brake systems in goods vehicles. The results of the study show a negative relationship between the water content in the brake fluid and its boiling point. The higher the water content, the lower the boiling point of the brake fluid.

Keywords: Brake Fluid, Vehicle Braking Performance, Threshold Limit

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pengereman merupakan komponen kritis dalam kendaraan yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan atau menghentikan laju kendaraan. Efisiensi sistem rem pada mobil barang memiliki peranan penting dalam menjamin keselamatan baik pengemudi maupun muatan. Oleh karena itu, pemeliharaan rutin dan pengecekan berkala terhadap komponen rem seperti cakram, tromol, kaliper, dan sistem hidrolis atau angin sangat diperlukan. Selain itu, penggunaan rem yang tepat dan sesuai dengan beban kendaraan juga harus diperhatikan untuk menghindari overheating atau kegagalan rem.

Ada beberapa sistem pengereman yang umum digunakan pada kendaraan, antara lain:

1. Rem cakram (*Disc brake*)

Rem cakram menggunakan cakram yang dipasang pada roda dan kaliper yang menjepit cakram tersebut saat pedal rem diinjak. Sistem ini dikenal karena respons yang cepat dan kemampuan pendinginan yang baik (Bosch, 2011).

2. Rem Tromol (*Drum Brake*)

Rem tromol menggunakan drum yang berputar dengan roda. Ketika pedal rem diinjak, sepatu rem menekan bagian dalam drum, menciptakan gesekan yang memperlambat atau menghentikan kendaraan. Rem tromol sering digunakan pada roda belakang karena biaya yang lebih rendah dan daya tahan yang baik (Saeed Moaveni, 2010).

3. Rem Angin (*Air Brake System*)

Penjelasan: Sistem ini biasanya digunakan pada truk dan kendaraan berat lainnya. Sistem ini menggunakan tekanan udara untuk menggerakkan aktuator yang menekan bantalan atau sepatu rem. Sistem angin dikenal karena kekuatannya dan kemampuannya untuk menghentikan kendaraan berat dengan efektif (Sean Bennett, 2016).

4. Rem Parkir (*Parking Brake*)

Rem ini digunakan untuk menjaga kendaraan tetap diam saat diparkir. Biasanya dioperasikan secara mekanis dengan tuas atau pedal, rem parkir dapat berupa rem tromol atau cakram yang terpisah dari sistem pengereman utama (James D. Halderman, 2014).

5. *Exhaust Brake* (Rem Knalpot)

Sistem ini meningkatkan tekanan balik di dalam mesin diesel dengan menutup sebagian atau seluruh saluran knalpot. Hal ini menciptakan hambatan yang memperlambat kendaraan tanpa menggunakan komponen rem konvensional (Andrew Norman, John Johnson, 2007).

6. Sistem Hidrolik (*Hydraulic Brake System*)

Sistem hidrolik menggunakan fluida hidrolik untuk mentransfer tenaga dari pedal rem ke kaliper atau sepatu rem. Sistem ini memberikan distribusi tekanan yang merata dan respons pengereman yang halus (David A. Crolla, 2009).

Minyak rem hidrolik adalah media penting dalam sistem pengereman hidrolik, yang bertugas meneruskan tekanan dari pedal rem ke mekanisme pengereman di roda. Namun, minyak rem hidrolik memiliki sifat higroskopis, yang berarti bahwa ia cenderung menyerap air dari lingkungan sekitarnya. Kadar air dalam minyak rem hidrolik menjadi faktor krusial yang dapat mempengaruhi titik didih dan kinerja minyak rem. Peningkatan kadar air di atas ambang batas tertentu dapat menurunkan titik didih minyak rem, yang pada gilirannya dapat menyebabkan fenomena '*vapour lock*', di mana uap yang terbentuk mengurangi efektivitas pengereman dan potensial menyebabkan kegagalan rem. Kegagalan ini tidak hanya berisiko tinggi terhadap kerusakan kendaraan tetapi juga dapat mengancam keselamatan publik. Penelitian ini menjadi sangat penting, karena judul ini memperkuat penelitian terhadap efisiensi sistem rem pada mobil barang melalui analisis ambang batas kadar air pada minyak rem hidrolik. Kandungan air dalam cairan rem yang telah melebihi batas normal memiliki pengaruh terhadap hasil uji pengereman. Kandungan air dalam cairan rem yang melebihi batas normal dapat menghambat fungsi dari cairan rem sebagai penyalur tenaga pengereman dari pengemudi ke roda kendaraan (Mukti, 2022).

Tema ini menjadi krusial, karena efisiensi sistem rem memiliki dampak langsung terhadap keselamatan pengguna jalan dan keberhasilan pengangkutan barang. Dalam industri pengangkutan barang, penggunaan sistem rem yang efisien sangat vital untuk menghindari kecelakaan dan kerugian materi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi dalam pemahaman tentang faktor-faktor yang memengaruhi kinerja sistem rem, khususnya dalam hal kadar air pada minyak rem hidrolik. Dengan demikian, temuan dari penelitian ini dapat memberikan pandangan yang lebih mendalam tentang bagaimana kadar air dalam minyak rem hidrolik memengaruhi titik didihnya, dan dampaknya terhadap efisiensi sistem rem pada mobil barang. Justifikasi ini menegaskan bahwa penelitian ini tidak hanya relevan secara praktis dalam meningkatkan keselamatan transportasi barang, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi dan pemeliharaan kendaraan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka terdapat beberapa permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kadar air dalam minyak rem terhadap performa sistem rem, dan berapa threshold kadar air yang dapat mempengaruhi hasil performa tersebut?
2. Bagaimana dampak negatif dari penurunan titik didih minyak rem terhadap kinerja sistem pengereman?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penulisan Kertas Kerja Wajib diuraikan sebagai berikut:

1. Menentukan pengaruh kadar air terhadap titik didih minyak rem hidrolik.
2. Menganalisis ambang batas kadar air dalam minyak rem hidrolik yang dapat mempertahankan efisiensi sistem rem pada mobil barang.

3. Memberikan rekomendasi untuk pemeliharaan minyak rem hidrolik berdasarkan analisis ambang batas kadar air.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tersebut yang berdampak bagi beberapa pihak sebagai berikut:

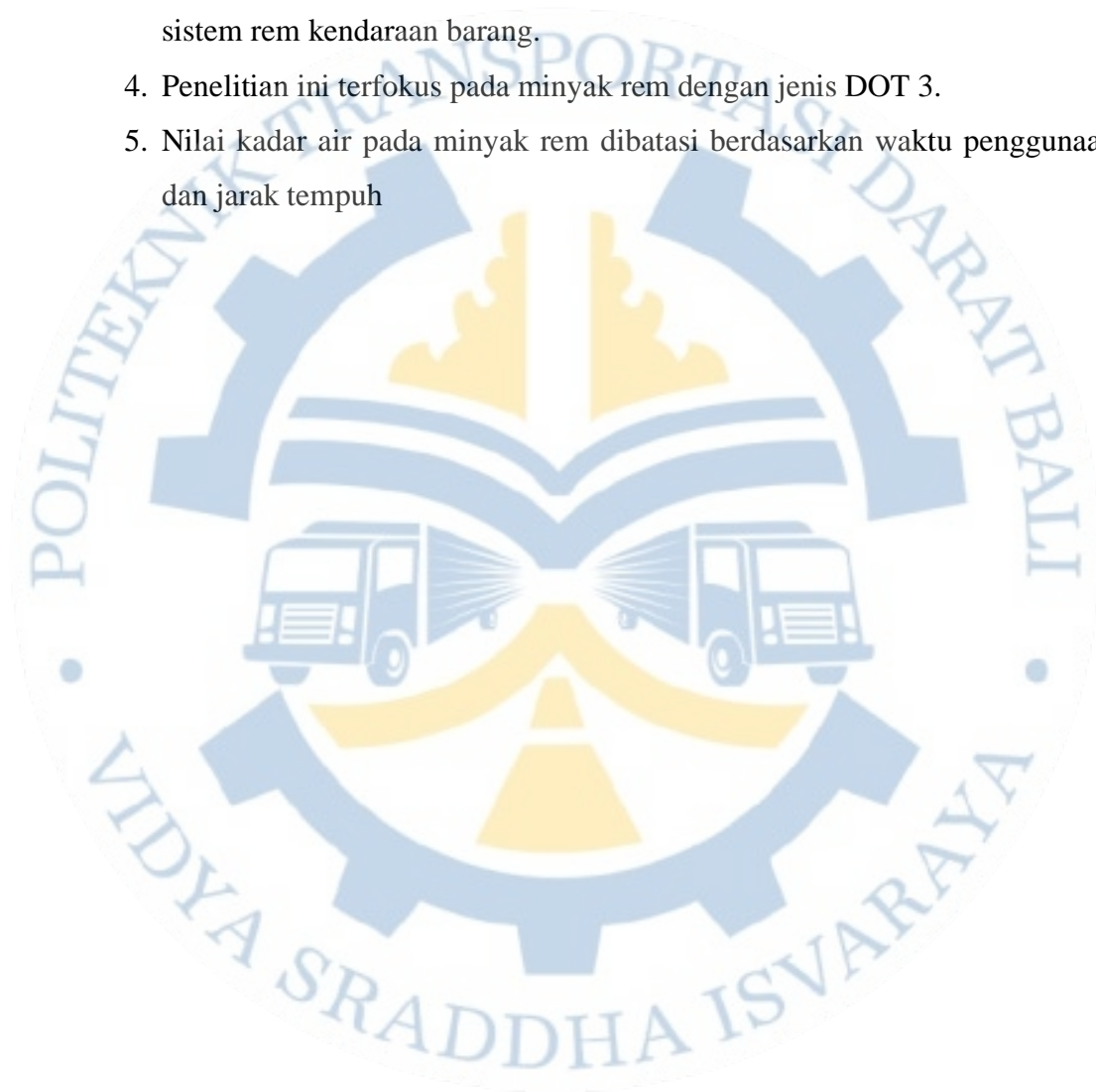
1. Meningkatkan Keselamatan Berkendara: Dengan mengetahui ambang batas kadar air dalam minyak rem yang mempengaruhi titik didihnya, penelitian ini dapat membantu memastikan bahwa kendaraan barang memiliki sistem rem yang efisien dan aman. Hal ini dapat mengurangi risiko kecelakaan yang disebabkan oleh kegagalan sistem rem.
2. Pemeliharaan Kendaraan yang Lebih Baik: Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana kadar air dalam minyak rem memengaruhi efisiensi sistem rem kendaraan. Dengan demikian, pemilik kendaraan dan mekanik dapat melakukan pemeliharaan yang lebih terarah dan efektif terhadap sistem rem, seperti penggantian minyak rem secara teratur sesuai dengan ambang batas yang ditentukan.
3. Penghematan Biaya Operasional: Dengan mempertahankan efisiensi sistem rem yang optimal, kendaraan barang dapat beroperasi dengan lebih baik dan meminimalkan kebutuhan perbaikan yang disebabkan oleh keausan atau kegagalan sistem rem.
4. Kontribusi terhadap Penelitian Lanjutan: Temuan dari penelitian ini dapat menjadi landasan untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang rekayasa kendaraan dan teknologi rem, membuka pintu bagi pengembangan sistem rem yang lebih efisien dan andal di masa depan.

1.5 Batasan Masalah

Penulis membatasi masalah penelitian ini dengan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini terfokus pada analisis pengaruh ambang batas kadar air dalam minyak rem hidrolik terhadap titik didihnya, khususnya pada mobil barang dengan sumbu 1.2.

2. Lingkup penelitian ini terbatas pada efisiensi sistem rem kendaraan. Pengambilan data hanya dilakukan pada kendaraan angkutan barang di UP PKB Jagakarsa.
3. Penelitian ini membatasi analisisnya pada hubungan antara kadar air dalam minyak rem hidrolis dan titik didihnya, serta dampaknya terhadap efisiensi sistem rem kendaraan barang.
4. Penelitian ini terfokus pada minyak rem dengan jenis DOT 3.
5. Nilai kadar air pada minyak rem dibatasi berdasarkan waktu penggunaan dan jarak tempuh



BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah

Kota Jakarta Selatan adalah Kota yang terletak di Provinsi DKI Jakarta. UP PKB Jagakarsa adalah salah satu Unit Pelaksana Pegujian Kendaraan Bermotor yang berada di bawah naungan Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta. UP PKB Jagakarsa beralamat di Jalan Moch. Kahfi II No.6, RT.6/RW.3, Cipedad, Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, 12630.



Gambar 1 Kantor UP PKB Jagakarsa

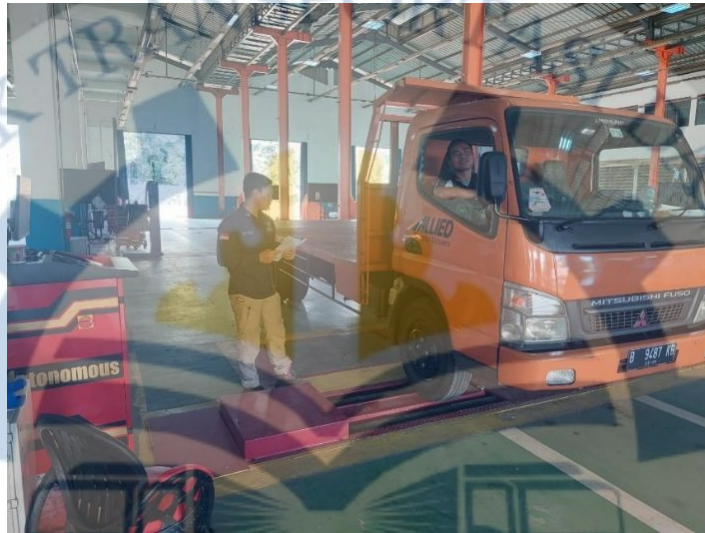
2.2 Kondisi Objek

2.2.1 Mobil barang

Mobil Barang adalah salah satu jenis Kendaraan Wajib Uji di UP PKB Jagakarsa. Pada tahun 2024, jumlah KBWU mobil barang tercatat sebanyak 5.345 kendaraan. Jenis-jenis Mobil Barang yang terdapat di UPTD PKB Jagakarsa adalah:

1. Mobil Barang Bak Muatan Terbuka.
2. Mobil Barang Bak Muatan Tertutup.
3. Mobil Penumpang Umum.
4. Mobil Bus Kecil.

Berbagai jenis mobil barang yang terdapat di UP PKB Jagakarsa mencakup beragam variasi berat dan jumlah sumbu kendaraan dengan berat maksimal mencapai 8 ton. Pada penelitian ini, jenis kendaraan yang akan di gunakan sebagai objek penelitian adalah Kendaraan Mobil Barang dengan jumlah Sumbu 1.2. Visualisasi Kendaraan Mobil Barang dengan sumbu 1.2 dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 2 kendaraan mobil marang sumbu 1.2

2.2.2 Alat uji *brake* dan *axle load tester*

Brake Tester (alat uji rem) dan *Axle Load* (alat uji berat) adalah alat uji utama untuk pengujian kendaraan bermotor di UP PKB Jagakarsa yang berfungsi mengukur kemampuan rem utama dan rem parkir kendaraan secara statis, serta menghitung berat kendaraan sebelum proses uji kemampuan rem dilakukan. Alat Uji *Brake Tester* dan *Axle Load* di UP PKB Jagakarsa merupakan satu alat uji merek *Autonomous* dengan tipe AUTO-B-15T dan telah terkalibrasi pada tanggal 30 November 2023. Visualisasi alat uji rem dan pengukuran berat kendaraan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Alat Uji Rem dan Pengukuran Berat

Prosedur penggunaan alat Uji Brake Tester dan Axle Load di UPPKB Jagakarsa sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) penggunaan alat uji *Brake Tester* adalah sebagai berikut:

1. Pastikan posisi kendaraan tegak lurus dengan alat uji.
2. Jalankan kendaraan hingga Sumbu I roda berada di atas *roller*, lalu posisikan kendaraan dalam keadaan netral dan pastikan pedal rem tidak tertekan.
3. Setelah pengukuran berat oleh *Axle Load* selesai, roller kanan dan kiri pada *Brake Tester* akan berputar secara otomatis.
4. Injak pedal rem secara perlahan hingga roda kendaraan berhasil menghentikan putaran *roller* pada *Brake Tester*.
5. Amati dan catat hasil *Brake Tester* pada monitor, keluarkan roda depan pada *roller Brake Tester* lanjutkan proses pengukuran berat dan uji kemampuan rem pada sumbu berikutnya.
6. Ulangi langkah 3 sampai 6 untuk sumbu berikutnya.
7. Setelah pengukuran berat dan uji kemampuan rem selesai, jalankan kendaraan hingga seluruh roda keluar dari *roller Brake Tester*.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Tinjauan Pustaka

3.1.1 Sistem rem hidrolik

1. Prinsip kerja

Sistem Rem Hidrolik menggunakan fluida untuk menggerakkan mekanisme pengereman berdasarkan Hukum Pascal (Ardianty, 2016). Tekanan dari pedal rem meratakan distribusi fluida ke setiap roda, menciptakan pengereman efektif dengan usaha minimal. Tekanan hidrolik dari pedal rem mendorong fluida untuk memberikan gaya pengereman pada komponen (Amalia Safitri, 2022), sementara sistem ini didesain untuk memastikan distribusi gaya pengereman merata pada semua roda. Kualitas dan jumlah fluida sangat penting untuk kesuksesan proses pengereman.

2. Komponen

Pedal Rem mengatur tekanan hidrolik saat pengereman, dikendalikan oleh pengemudi melalui kaki mereka. Penting untuk memastikan ada ruang kosong pada pedal rem agar piston master silinder tidak mendorong terus-menerus karena tekanan hidrolik, yang bisa menyebabkan pengereman tak disadari (Amalia Safitri, 2022).

- a. Boster Rem mengurangi tekanan saat pedal rem ditekan oleh pengemudi dan terhubung langsung dengan master silinder (Ardianty, 2016).
- b. Master Silinder mengubah dorongan pedal rem menjadi tekanan hidrolik pada fluida.
- c. Flexible Hose mengalirkan fluida dari master silinder ke silinder roda.
- d. Silinder Roda menekan brake shoe ke brake drum dengan bantuan fluida dari piston di dalamnya.
- e. Reservoir Tank menyimpan minyak rem pada kendaraan.

- f. Brake Shoe menghasilkan gaya gesek dengan drum rem untuk memperlambat roda kendaraan.
- g. Minyak Rem meneruskan tekanan dari pedal rem ke silinder roda untuk menghasilkan gaya gesek.
- h. Kampas Rem bergesekan dengan cakram atau drum rem untuk memperlambat roda.

3.1.2 Minyak rem

1. Prinsip kerja

Kualitas minyak rem sangat memengaruhi kinerja sistem pengereman karena minyak rem berperan dalam mentransfer tekanan dari pedal rem ke mekanisme pengereman pada silinder roda. Minyak rem bersifat hidroskopis, yang berarti dapat menyerap air dari sekitarnya, dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara (Yen *et al*, 2020). Kandungan air yang tinggi bisa meningkatkan titik beku dan menurunkan titik didih minyak rem, mengakibatkan pengereman kurang efektif dan bahkan kerusakan pada sistem rem. Penting untuk menjaga kandungan air dalam minyak rem tetap rendah sesuai ambang batas yang ditetapkan (Peinert & Stoopendahl, 2022).

2. Klasifikasi minyak rem

Departemen Transportasi (DOT) (USA) adalah wewenang yang menetapkan klasifikasi tingkat fluida pada sistem rem. Setiap penunjukan angka, termasuk interval penggantian yang direkomendasikan, didasarkan pada pengujian standar minyak rem, dan semakin tinggi spesifikasi angka minyak rem, semakin tinggi pula titik didihnya (Yen *et al*, 2020). Karakteristik dari setiap jenis minyak rem dapat ditemukan pada Tabel 3. 1.

Tabel 3. 2 Klasifikasi Minyak Rem

Kualifikasi	Bahan Dasar	Kelebihan	Kekurangan
DOT 3	<i>Polyglycol Ether</i>	Titik didih 205° C, harga terjangkau dan mudah diperoleh.	Minyak rem ini mudah menyerap air dari udara, yang membuatnya rentan terhadap korosi dan merusak komponen seperti karet alami dan cat. Itu sebabnya, sebaiknya ganti minyak rem lebih sering untuk menghindari kerusakan.
DOT 4	<i>Glycol Ether, Ester Borat</i> Sebagai <i>aditif</i>	Titik didih 230° C, tersedia dengan mudah dan memiliki sifat lebih stabil serta lebih Tinggi pada titik didih basah dan keringnya	Bersifat <i>higroskopis</i> dan mudah mengikis cat serta memiliki harga lebih tinggi dibandingkan DOT 3.
DOT 5	Silikon	Cocok untuk sistim rem ABS karena stabil dan konsisten pada suhu rendah (titik didih 260°C) serta aman di tempat berlembab karena tidak menarik air atau abrasif.	Biaya lebih tinggi, merusak segel dan karet, tidak cocok dengan sistem rem konvensional, dan sulit penggantian minyak rem.
DOT 5.1	Glycol	Kualitas optimal dengan titik didih mencapai 260°C	Mudah menyerap air karena memiliki sifat <i>higroskopis</i> .

3. Pengelolaan dan pemeliharaan minyak rem

Penggantian minyak rem secara teratur sangat penting dan disarankan untuk menjaga kinerja sistem pengereman serta mengurangi keberadaan uap air dalam sistem tersebut. Setelah minyak rem digunakan selama lebih dari satu tahun, kadar air di dalamnya dapat mencapai 3%, dan titik didihnya bisa menurun sebanyak 50°C (Caban, 2021). Penting untuk memperhatikan spesifikasi minyak rem yang sesuai dengan standar pabrikan kendaraan saat melakukan penggantian, karena hal ini dapat mempengaruhi performa dan kualitas komponen sistem pengereman, seperti risiko kebocoran yang disebabkan oleh kerusakan karet seal akibat

penggunaan minyak rem dengan spesifikasi yang tidak sesuai standar pabrikan (Setyani, 2021).

3.2 Uji berkala kendaraan bermotor

Uji Berkala Kendaraan Bermotor diatur dalam Peraturan Kementerian Perhubungan Republik Indonesia nomor PM 19 tahun 2021. Menurut pasal 2 ayat (1), kendaraan bermotor, kereta gandengan, dan kereta tempelan yang akan digunakan di jalan harus menjalani uji berkala. Uji berkala, sesuai dengan pasal 2 ayat (1), diperlukan untuk:

1. Mobil Penumpang Umum.
2. Mobil Bus.
3. Mobil Barang.
4. Kereta Gandengan.
5. Kereta Tempelan.

Uji persyaratan kesesuaian dengan standar jalan dilakukan dengan mengukur kinerja minimum kendaraan bermotor berdasarkan ambang batas kesesuaian dengan standar jalan. Uji ini minimal mencakup:

1. Emisi gas buang, termasuk kepekatan asap gas buang, kecuali untuk kendaraan bermotor listrik baterai.
2. Kebisingan klakson dan knalpot.
3. Kemampuan rem utama.
4. Kemampuan rem parkir.
5. Kesejajaran roda depan.
6. Penyebaran dan arah cahaya lampu utama.
7. Akurasi alat penunjuk kecepatan.
8. Kedalaman alur ban dan.
9. Daya tembus cahaya pada kaca.

3.2.1 Kemampuan rem utama

Efisiensi sistem rem sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor PP 55 tahun 2012 pasal 67 ayat 1 harus memenuhi hasil pengukuran dengan perlambatan paling sedikit 5 m/s^2 . Karena percepatan gravitasi

($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) setara dengan perlambatan dan percepatan akibat dari koefisien gesek maksimum yang terpenuhi dan gaya perlambatan roda sama dengan berat kendaraan (Ermanto, 2023), maka efisiensi pengereman (η_b) dijabarkan dalam persamaan berikut:

$$\eta_b = \frac{F}{W} = \frac{m \times a}{m \times g} \quad (3.1)$$

Sumber : Ermanto, 2023

Maka didapatkan persamaan,

$$\eta_b = \frac{a}{g} \quad (3.2)$$

$$\% \eta_b = \frac{a}{g} \times 100 \quad (3.3)$$

Sumber : Ermanto, 2023

Diketahui perlambatan paling sedikit adalah ($a = 5 \text{ m/s}^2$) dan percepatan gravitasi ($g = 9,81 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ m/s}^2$) sehingga diperoleh efisiensi minimal sistem rem melalui Persamaan 3.3 yaitu: $\% \eta_b = 50 \times 100$

$$\% \eta_b = 50 \quad (3.4)$$

Keterangan:

F = gaya rem (daN)

W = berat (daN)

a = perlambatan (m/s^2)

g = percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m/s}^2$)

Berdasarkan perhitungan dengan persamaan di atas maka didapatkan bahwa efisiensi rem utama kendaraan paling sedikit 50% dengan perlambatan paling sedikit 5 m/s^2 .

3.2.2 Brake tester

Brake Tester difungsikan sebagai perangkat untuk menilai efisiensi pengereman atau performa pengereman utama kendaraan dalam kondisi diam. Alat ini bekerja dengan mengukur kekuatan pengereman yang dihasilkan oleh sistem rem kendaraan ketika mobil dalam keadaan berhenti, memberikan data yang akurat mengenai sejauh mana sistem rem dapat mengurangi kecepatan atau menghentikan kendaraan sepenuhnya. Dengan menggunakan *Brake Tester*, teknisi dapat melakukan evaluasi mendetail terhadap kinerja sistem pengereman, mengidentifikasi potensi masalah atau

keausan, dan memastikan bahwa sistem pengereman memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan.



Gambar 4 Alat Uji *Brake Tester* dan *axle load*

3.3 Brake Fluid

Minyak rem atau brake fluid adalah cairan yang digunakan dalam sistem rem hidrolik untuk mentransfer tekanan dari pedal rem ke komponen rem di roda, memastikan pengoperasian rem yang efisien dan aman (Halderman, 2015). Brake fluid harus memiliki titik didih tinggi, kekentalan yang stabil, dan sifat non-korosif untuk menjaga kinerja dan keandalan sistem rem.

Kadar air dalam minyak rem adalah parameter penting yang mempengaruhi performa minyak rem. Brake fluid bersifat higroskopis, yang berarti ia dapat menyerap kelembaban dari udara sekitarnya. Kadar air yang meningkat dalam minyak rem dapat menyebabkan beberapa masalah serius, termasuk penurunan titik didih. Ketika titik didih turun, rem bisa kehilangan efektivitasnya saat panas berlebih, karena air dalam minyak rem bisa mendidih dan membentuk gelembung uap, menyebabkan fenomena yang dikenal sebagai "*vapor lock*" (Halderman, 2015).

Kadar air meningkat dalam minyak rem bisa disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu penyebab utama adalah kontaminasi dari lingkungan, karena minyak rem dapat menyerap kelembaban dari udara sekitarnya melalui seal dan tutup reservoir yang kurang rapat. Selain itu, perubahan

suhu yang ekstrem dapat menyebabkan kondensasi air di dalam sistem rem. Pengisian atau penggantian minyak rem yang tidak tepat juga dapat meningkatkan kadar air. Untuk menjaga kinerja optimal dan keamanan sistem rem, sangat penting untuk memeriksa dan mengganti minyak rem secara rutin sesuai rekomendasi pabrik atau saat kadar air mencapai tingkat yang berbahaya (Halderman, 2015).

3.3.1 *Brake fluid tester*

Brake Fluid Tester memiliki tujuan untuk mengukur kadar air dalam minyak rem kendaraan dan memberikan hasil yang akurat dalam waktu kurang dari satu menit. Spesifikasi alat sebagai berikut:

1. Baterai alkaline 9V.
2. Dapat mendeteksi minyak rem DOT3/4/5.1.
3. Layar digital LCD, mudah dimengerti LCD berfungsi sebagai penunjuk hasil pemeriksaan dengan rincian sebagai berikut:
 - a. Nilai, $< 1\%$: minyak rem dalam kondisi baik.
 - b. Nilai, $\leq 1\% \leq 2,5\%$, status OK, peringatan.
 - c. Nilai, $\geq 3\%$, saat LCD berwarna merah, kondisi minyak rem tidak baik.
 - d. Nilai, $\geq 4\%$, bila ada alarm, minyak rem harus diganti.

Untuk memastikan keakuratan proses pengukuran, alat uji *Brake Fluid Tester* yang akan digunakan dalam penelitian ini telah dikalibrasi dengan menguji kinerjanya menggunakan cairan dengan kandungan air 100%. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil yang ditampilkan oleh LED pada alat uji *Brake Fluid Tester* adalah valid, sehingga hasil pengukuran dalam penelitian ini dapat dianggap akurat. Visualisasi proses kalibrasi *Brake Fluid Tester* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Brake Fluid Tester

3.4 Boiling Brake Fluid

Titik didih minyak rem atau *Boiling brake fluid* adalah suhu di mana minyak rem berubah dari cair menjadi uap. Ini adalah indikator seberapa tahan minyak rem terhadap panas yang dihasilkan selama pengereman. Titik didih yang tinggi penting untuk mencegah pembentukan gelembung uap dalam sistem rem saat pengereman berat (Halderman, 2015).

Ketika suhu minyak rem meningkat selama pengereman berat, minyak rem yang berada pada titik didih rendah bisa mulai mendidih. Ini membentuk gelembung uap yang mengurangi kemampuan minyak rem untuk mentransfer tekanan dari pedal rem ke komponen rem, yang dapat menyebabkan kegagalan rem yang dikenal sebagai "*vapor lock*."

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi titik didih dari minyak rem tersebut antara lain:

1. Kelembaban: Penyerapan kelembaban oleh minyak rem dapat menurunkan titik didihnya. Oleh karena itu, penggantian minyak rem secara berkala penting untuk menjaga titik didih yang optimal.

2. Kualitas Minyak Rem: Minyak rem dengan kualitas lebih tinggi memiliki titik didih yang lebih tinggi dan lebih tahan terhadap penurunan titik didih akibat kelembaban.

3.4.2 Boiling Brake Fluid Tester

Boiling Brake Fluid Tester adalah alat yang digunakan untuk mengukur titik didih cairan rem. Alat ini membantu memastikan kualitas dan keamanan cairan rem dalam sistem pengereman kendaraan. Spesifikasi alat sebagai berikut:

1. Tegangan Kerja: 12V (minimum 10V).
2. Layar digital LCD, mudah dimengerti LCD berfungsi sebagai penunjuk hasil pemeriksaan.
3. Jenis Cairan Rem yang Dapat Diuji: DOT 3, DOT 4, DOT4+, DOT4ESP, DOT 5, DOT 5.1, DOT5.1ESP, ENV4, ENV6.
4. Rentang Titik Didih Kering: 160°C hingga 320°C (320°F hingga 608°F).
5. Rentang Titik Didih Basah: 140°C hingga 205°C (284°F hingga 401°F) $\pm 5\%$.

Untuk memastikan keakuratan pengukuran, alat uji Boiling Brake Fluid Tester AUTOOL AS506 yang digunakan dalam penelitian ini telah dikalibrasi menggunakan cairan dengan kandungan air 100%. Ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil yang ditampilkan oleh LCD pada alat tersebut adalah valid, sehingga pengukuran dalam penelitian ini dapat dianggap akurat. Poses kalibrasi sebagai berikut:

- a. Sambungkan alat ke sumber daya 12V.
- b. Isi beaker dengan 40-50 ml cairan standar atau air.
- c. Masukkan batang uji ke dalam beaker.
- d. Tekan tombol S selama 16 detik untuk kalibrasi.
- e. Periksa hasil yang ditampilkan pada layar LED.

Dengan langkah-langkah ini, alat uji Brake Fluid Tester akan memberikan hasil yang akurat untuk penelitian. Visualisasi proses kalibrasi Boiling Brake Fluid Tester dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6 Brake Fluid Boiling Tester

3.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 3. 3 Penelitian Terdahulu

No	Sumber	Tujuan	Hasil
1	Barabás, 2016	menganalisis sifat fisik dan kimia cairan rem, termasuk estimasi titik didih. Mereka ingin memahami bagaimana komposisi cairan mempengaruhi kinerja dan keandalannya, serta dampak kontaminasi seperti kandungan air.	komposisi cairan rem secara signifikan mempengaruhi titik didih dan sifat-sifat lainnya. Penelitian ini juga menemukan bahwa peningkatan kandungan air dalam cairan rem dapat menurunkan titik didih, yang berdampak pada kinerja rem.
2	Caban, 2021	Menganalisa pengaruh kadar kandungan air pada mobil penumpang.	Pengujian kualitas minyak rem pada fungsi titik didih dan persentase kandungan air untuk mobil penumpang.
3	Amalia Safitri, 2022	Mengetahui analisis pengaruh penurunan titik didih terhadap kondisi minyak rem serta mengetahui hasil pemeriksaan kondisi minyak rem pada kendaraan dengan sistem rem Hidrolik.	Minyak rem melalui proses pemanasan hingga mencapai titik didihnya berpengaruh terhadap penurunan kualitas minyak rem, dilihat dari pengaruh kandungan air yang terus bertambah.
4	Arif Ghilman, 2021	Mengetahui unjuk kerja dari 2 jenis kampas rem dan 2 jenis minyak rem ditinjau dari efisiensi pengereman.	Jenis kampas dan jenis minyak rem terbaik terdapat pada jenis kampas Organik dan minyak rem DOT 3 karena menghasilkan hasil uji

			pengereman yang lebih baik dan stabil dibanding kampas Asbes dan jenis minyak rem DOT 4.
5	Lesmana & Anugerah, 2019	Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh sistem pengereman pada mobil Grandmax type S402RP terhadap nilai efisiensi rem pada alat uji rem Iyasaka. Mobil	nilai efisiensi rem mobil Grandmax pickup type S402RP dipengaruhi oleh beban yang diterima pada sumbu 2 (dua).

