

**AMBANG BATAS KADAR KANDUNGAN AIR
DALAM MINYAK REM HIDRAULIK PADA MOBIL BARANG
SEBAGAI TOLOK UKUR KELULUSAN
UJI KEMAMPUAN REM
KERTAS KERJA WAJIB**



DISUSUN OLEH:

NI WAYAN WIDI AYU ARIANI

NOTAR. 2001020

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

2023

**AMBANG BATAS KADAR KANDUNGAN AIR
DALAM MINYAK REM HIDRAULIK PADA MOBIL BARANG
SEBAGAI TOLOK UKUR KELULUSAN
UJI KEMAMPUAN REM**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian
Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Teknik



DISUSUN OLEH:

NI WAYAN WIDI AYU ARIANI

NOTAR. 2001020

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

2023

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB
AMBANG BATAS KADAR KANDUNGAN AIR
DALAM MINYAK REM HIDRAULIK PADA MOBIL BARANG
SEBAGAI TOLOK UKUR KELULUSAN UJI KEMAMPUAN REM**

Disusun Oleh:

NI WAYAN WIDI AYU ARIANI

NOTAR. 2001020

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

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

I Gusti Bagus Eka Nitivasa, S.T., M.T.

NIP. 19770420 200912 1 002

Tanggal : 28 Juli 2023

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

NIP. 19900130 201012 1 005

Tanggal : 28 Juli 2023 .

Ditetapkan di: Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB
AMBANG BATAS KADAR KANDUNGAN AIR
DALAM MINYAK REM HIDRAULIK PADA MOBIL BARANG
SEBAGAI TOLOK UKUR KELULUSAN UJI KEMAMPUAN REM

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

NI WAYAN WIDI AYU ARIANI

NOTAR. 2001020


TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 14 AGUSTUS 2023
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji


Aris Budi Sulistyono, S.T., M.T.
NIP. 19890402 201012 1 006


I Gusti Bagus Eka Nitiyasa, S.T., M.T.
NIP. 19770420 200912 1 002


Surya Aji Ermanto, M.Si.
NIP. 19910207 201902 1 002


Adrian Pradana, S.T., M.Si.
NIP. 19900130 201012 1 005

Mengetahui,
Ketua Program Studi
D-III Teknologi Otomotif


Adrian Pradana, S.T., M.Si.
NIP. 19900130 201012 1 005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Ni Wayan Widi Ayu Ariani, Notar. 2001020, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib dengan judul " **Ambang Batas Kadar Kandungan Air Dalam Minyak Rem Hidraulik Pada Mobil Barang Sebagai Tolok Ukur Kelulusan Uji Kemampuan Rem**" 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 Tugas yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau keserjanaan 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, 14 Agustus 2023

Penulis



NI WAYAN WIDI AYU ARIANI

Notar. 2001020

HALAMAN PERSEMBAHAN

Om Swastyastu. Om Awighnam Astu Namo Sudhham

Ucapan syukur dan terima kasih saya panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa, atas Asung Kertha Wara Nugraha Ida saya dapat menyelesaikan salah satu harapan orang tua saya sampai detik ini. Saya percaya salah satu Sloka Bhagavad

– Gita: “Barang siapa yang menyerahkan semua kegiatan kepada Ku, dan menyerahkan dirinya seutuhnya kepada Ku, maka akan Ku berikan yang tidak ia miliki, dan akan Ku jaga apa yang ia miliki.” Sehingga saya dapat mencapai titik ini dengan versi saya walaupun banyak rintangan dan cobaan yang harus dihadapi.

Kepada orang tua saya, Bapak I Komang Gentyasa dan Ibu Salma, serta adik saya Ana dan Ari sepertinya ucapan terima kasih tidak dapat membalas seluruh usaha dan doa yang kalian berikan kepada saya hingga saya dapat berhasil menyelesaikan salah satu harapan kalian. Namun biarkan saya memberikan ucapan terima kasih atas seluruh keringat, air mata, dan tenaga untuk mewakili balasan saya terhadap apapun yang telah kalian berikan kepada anak pertamamu. Semoga kalian selalu diberikan kesehatan dan kesejahteraan dalam perjalanan kuat dan lemah saya untuk dapat menjalani kehidupan seperti yang telah kalian ajarkan. Dan semoga saya tidak mengecewakan kalian untuk melanjutkan apapun yang kalian titipkan pada pundak anak pertama ini.

Terima kasih saya ucapkan untuk seluruh orang-orang baik yang pernah ada di dalam cerita kehidupan saya dimanapun kalian berada, semoga pencapaian sederhana ini dapat memberikan kebahagiaan bagi kalian.

Teruntuk “Bintang” salah satu inspirasi perjuangan saya, terima kasih atas semua sabar dan dukungan yang tidak lelah kamu berikan, doa mu atas pengembaraan ini telah selesai saya sandarkan pada sebuah pulau kecil berisi kebahagiaan, izinkan saya untuk dapat menyusulmu dan mengembara bersama pada pulau-pulau lainnya.

Tidak lupa saya ucapkan terima kasih banyak kepada seluruh peran-orang-orang baik sebagai sahabat, rekan, keluarga baru Spentikuseta, Osaka, Sanur, WC VA, Auto Techno ank I, Eka Wira Bhakti, Srikandi Gautama, Surabaya, Sragen dan yang belum bisa saya sebutkan satu per satu dalam halaman ini. Terima kasih telah menjadi telinga dan pundak yang sigap membantu apapun kondisi saya.

Terima Kasih, Sampai bertemu di pertemuan 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 “Ambang Batas Kadar Kandungan Air Dalam Minyak Rem Hidraulik Pada Mobil Barang Sebagai Tolok Ukur Kelulusan Uji Kemampuan Rem” 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. Efendhi Prih Raharjo, 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 I Gusti Bagus Eka Nitiyasa, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I;
4. Bapak Junaedhi, A.Ma.PKB., S.E., M.M. yang telah memberi arahan dan bimbingan;
5. Bapak Syamsulhaq, S.E., M.M. selaku Kepala UPTD PKB Kabupaten Sragen beserta jajaran pegawai;
6. Kak Widhi Eka Oktavianto, A.Ma.PKB., S.T. dan Kak Denis Sartono, A.Ma.PKB selaku pembimbing lapangan;
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 masih banyak kekurangan dalam penulisan, sehingga mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Kertas Kerja Wajib ini. Semoga Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi Darat.

Tabanan, 28 Juli 2023

Penulis



NI WAYAN WIDI AYU ARIANI

Notar. 2001020



DAFTAR ISI

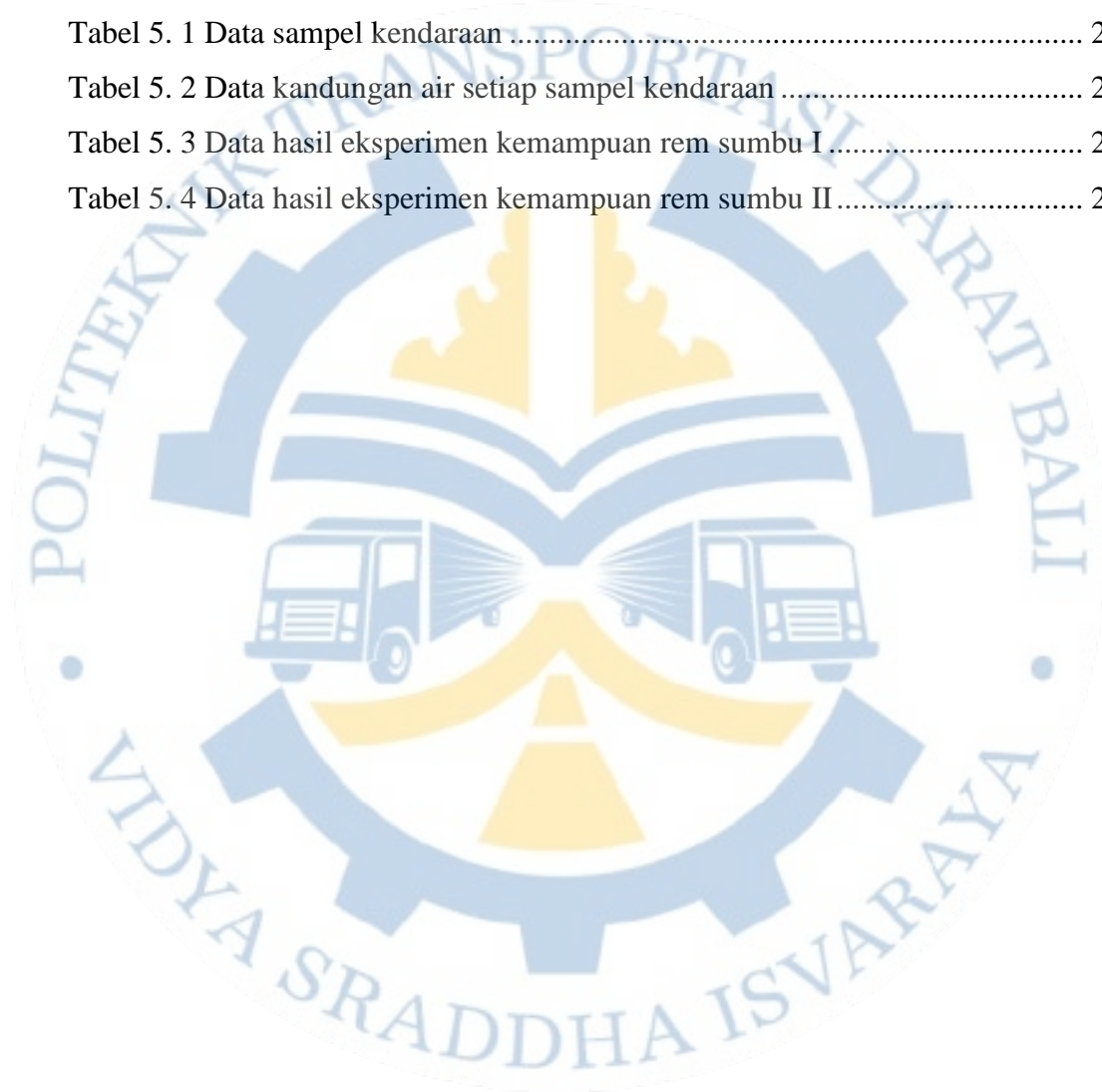
| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| PERNYATAAN ORISINALITAS..... | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR TABEL..... | x |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR 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..... | 5 |
| 2.1. Kondisi Wilayah..... | 5 |
| 2.2. Kondisi Objek..... | 5 |
| BAB III TINJAUAN PUSTAKA..... | 8 |
| 3.1. Tinjauan Pustaka..... | 8 |
| 3.2. Penelitian Terdahulu..... | 13 |
| BAB IV METODELOGI PENELITIAN..... | 15 |
| 4.1. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data..... | 15 |
| 4.2. Metode Analisis Data..... | 19 |
| 4.3. Bagan Alir Penelitian..... | 19 |
| 4.4. <i>Timeline</i> Kegiatan..... | 20 |

| | |
|---|----|
| BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 5.1. Hasil Penelitian..... | 21 |
| 5.2. Pembahasan | 27 |
| BAB VI PENUTUP | 31 |
| 6.1. Kesimpulan..... | 31 |
| 6.2. Saran..... | 31 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 32 |
| LAMPIRAN..... | 34 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3. 1 Klasifikasi minyak rem | 10 |
| Tabel 3. 2 Penelitian terdahulu..... | 13 |
| Tabel 4. 1 Tampilan hasil alat uji kemampuan rem utama | 18 |
| Tabel 4. 2 Format tabel penelitian..... | 18 |
| Tabel 5. 1 Data sampel kendaraan | 21 |
| Tabel 5. 2 Data kandungan air setiap sampel kendaraan | 23 |
| Tabel 5. 3 Data hasil eksperimen kemampuan rem sumbu I | 24 |
| Tabel 5. 4 Data hasil eksperimen kemampuan rem sumbu II | 25 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. UPTD PKB Kabupaten Sragen | 5 |
| Gambar 2. Kendaraan mobil barang sumbu 1.2..... | 6 |
| Gambar 3. Alat Uji Rem dan Pengukuran Berat..... | 7 |
| Gambar 4. UPTD PKB Kabupaten Sragen | 15 |
| Gambar 5. <i>Brake Fluid Tester</i> | 17 |
| Gambar 6. <i>Brake Tester Ten/B 99 K</i> | 17 |
| Gambar 7. Diagram alir penelitian..... | 19 |
| Gambar 8. Waktu pelaksanaan penelitian..... | 20 |
| Gambar 9. Hasil uji kadar kandungan air minyak rem | 22 |
| Gambar 10. Grafik hasil hubungan kandungan air minyak rem dan kemampuan rem sumbu I | 27 |
| Gambar 11. Grafik hasil hubungan kandungan air minyak rem dan kemampuan rem sumbu II | 28 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Stiker kalibrasi alat uji <i>Brake Tester</i> dan <i>Axle Load</i> | 34 |
| Lampiran 2. Kondisi sampel kendaraan | 34 |
| Lampiran 3. Data Eksperimen Penelitian | 35 |
| Lampiran 4. Standar Operasional Prosedur Pengoperasian alat uji Rem dan penimbangan | 36 |
| Lampiran 5. Dokumentasi Eksperimen | 37 |
| Lampiran 6. Lembar asistensi bimbingan | 40 |



INTISARI

Ambang Batas Kadar Kandungan Air Dalam Minyak Rem Hidraulik Pada Mobil Barang Sebagai Tolok Ukur Kelulusan Uji Kemampuan Rem

Oleh

NI WAYAN WIDI AYU ARIANI

2001020

Berdasarkan hasil investigasi Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), kasus kecelakaan kendaraan angkutan barang yang terjadi di Indonesia diakibatkan oleh kegagalan proses pengereman karena *overheat*. Hal ini dikarenakan sistem rem *Full Hydraulic* pada kendaraan menggunakan minyak rem sebagai penghantar tekanan gaya pengereman pada mekanisme pengereman pada mekanisme pengereman dari pedal rem sampai pada *cylinder wheel*. Penting untuk pengguna kendaraan memastikan kondisi minyak rem dalam kondisi yang layak, dengan cara melakukan pengecekan kandungan air pada minyak rem. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ambang batas kadar kandungan air sebagai tolok ukur kelulusan kemampuan pengereman kendaraan. Penelitian Eksperimen ini mengontrol variabel independen yaitu kadar kandungan air pada minyak rem terhadap kontrol perubahan variabel dependen yaitu hasil pengukuran kemampuan rem utama kendaraan menggunakan *Brake Tester* dengan studi kasus yaitu kendaraan mobil barang bersumbu 1.2. Hasil penelitian menunjukkan presentase kadar kandungan air dalam minyak rem mempengaruhi hasil uji kemampuan rem utama, pada presentase kadar kandungan air <2% untuk sumbu I dan sumbu II didapatkan bahwa kendaraan sampel tidak lolos uji kemampuan rem. Ambang batas persentase kadar air minyak rem yang digunakan berdasarkan hasil penelitian ini adalah maksimal <1% pada pengujian persyaratan teknis, hasil ini mengindikasikan pemilik kendaraan untuk melakukan penggantian minyak rem sesuai standar DOT kendaraan.

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

ABSTRACT

Threshold of Water Content in Hydraulic Brake Oil In Goods Cars as a Benchmark for Passing Brake Capability

By

NI WAYAN WIDI AYU ARIANI

2001020

Based on the results of the *Komite Nasional Keselamatan Transportasi* (KNKT) investigation, cases of freight vehicle accidents that occurred in Indonesia were caused by the failure of the braking process due to overheating. This is because the Full Hydraulic brake system on the vehicle uses brake fluid as a conductor of braking force pressure on the braking mechanism from the brake pedal to the cylinder wheel. Vehicle users need to ensure the condition of the brake fluid is in a proper condition, by checking the water content in the brake fluid. This study aims to determine the threshold level of water content as a benchmark for passing vehicle braking ability. This Experimental Research controls the independent variable, namely the water content level in the brake fluid to control changes in the dependent variable, namely the results of measuring the main brake ability of the vehicle using a Brake Tester with a case study of a 1.2 axle freight car vehicle. The results showed that the percentage of water content in brake fluid affects the results of the main brake ability test, at a percentage of <2% water content for axis I and axis II it was found that the sample vehicle did not pass the brake ability test. The threshold for the percentage of brake fluid moisture content used based on the results of this study is a maximum of <1% in the technical requirements test, this result indicates the vehicle owner to replace the brake fluid according to the DOT standard.

Keywords: Brake Fluid, Vehicle Brake Capability, Threshold.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem transportasi kendaraan angkutan barang yang berkembang dengan baik merupakan pendukung penting kemajuan ekonomi suatu negara (Simdyankin et al., 2020). Menurut data Pusat Informasi Kriminal Nasional (Pusiknas) Polri, pada semester I tahun 2022, KORLANTAS Polri mencatat telah terjadi 62.975 kasus kecelakaan lalu lintas di Indonesia dengan penyumbang kasus kecelakaan sejumlah 11.430 kasus berasal dari kendaraan angkutan barang, dan data jumlah kecelakaan paling sering terjadi di Provinsi Jawa Tengah dengan jumlah 14.002 kasus (Bareskrim Polri, 2022). Badan Kebijakan Transportasi Kementerian Perhubungan mengatakan terdapat 14 kasus besar kecelakaan lalu lintas pada kendaraan angkutan barang pada tahun 2021 yang disebabkan oleh sistem rem kendaraan (Badan Kebijakan Transportasi, 2023). Berdasarkan hasil investigasi Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), kasus kecelakaan kendaraan angkutan barang yang terjadi di Indonesia diakibatkan oleh kegagalan proses pengereman karena *overheat*.

Faktor geometri jalan yang berkelok dan menurun, serta diperparah oleh kondisi jalan yang rusak, sangat berdampak beratnya beban kerja sistem rem. Pengecekan kondisi sistem rem secara berkala serta penggantian komponen tepat waktu, merupakan suatu hal yang penting untuk dilaksanakan, guna menjamin keselamatan dalam berlalu lintas. Sudah menjadi kewajiban bagi pemerintah untuk berperan aktif dalam meminimalkan resiko terjadinya kecelakaan. Berbagai upaya telah dilakukan, baik dari perbaikan infrastruktur jalan, pemasangan rambu dan marka, melakukan rekayasa lalu lintas, menyediakan unit pelaksana penimbangan, melakukan pengujian kendaraan dan lain – lain.

Rem merupakan komponen penting pada kendaraan yang berfungsi untuk memperlambat putaran roda kendaraan. Rem menjadi komponen yang memastikan keselamatan kendaraan dalam mengendalikan laju kendaraan ketika kendaraan akan melakukan perlambatan (Arif, 2021). Seiring berkembangnya teknologi, saat ini pada kendaraan terdapat 3 jenis sistem rem yaitu sistem *Hydraulic Brake*, *Air*

Over Hydraulic Brake dan *Full Air Brake*. Berdasarkan akumulasi data kecelakaan tahun 2017-2021, jenis sistem Rem Hidraulik menunjukkan paling sering menyebabkan kecelakaan pada kendaraan angkutan barang (Arista et al., 2021). Hal ini dikarenakan sistem rem *Full Hidraulic* pada kendaraan menggunakan minyak rem sebagai penghantar tekanan gaya pengereman pada mekanisme pengereman pada mekanisme pengereman dari pedal rem sampai pada *cylinder wheel*.

Secara umum minyak rem terdiri atas *Additive*, *Poly Glycol* dan *Glycol Ether*, yang memiliki kegunaan masing – masing (Caban et al., 2021). Terjadinya panas yang tinggi berulang kali dalam jangka waktu lama, perlahan akan mendegradasi sifat dari minyak rem. Panas yang tinggi akibat pengereman akan memicu minyak rem mudah menyerap molekul O_2 sehingga terbentuk H_2O (Peinert & Stoopendahl, 2022). Seiring lamanya waktu, kadar kandungan air pada minyak rem akan semakin meningkat yang berefek pada penurunan titik didih dari minyak rem. Sehingga pada saat panas pengereman terjadi, bagian minyak rem yang dekat pada lokasi gesekan proses pengereman akan semakin banyak mendidih. Hal ini berarti persentase gelembung gas yang terkandung pada minyak rem meningkat dan mempengaruhi untuk terjadinya kompresi pada area tersebut saat dilakukan pengereman (*brake fading*) (Bernard, 2022). Berdasar pada fakta tersebut, penting untuk pengguna kendaraan memastikan kondisi minyak rem dalam kondisi yang layak, dengan cara melakukan pengecekan kandungan air pada minyak rem.

Beberapa contoh kasus kecelakaan akibat *Brake Fading* yaitu kecelakaan Truk pengangkut batu di *Flyover Dermolog*, Brebes yang diakibatkan oleh rem blong sehingga menabrak warga dan 5 (lima) sepeda motor. Sebuah Truk Bak Tertutup di Kelurahan Dukuh, Salatiga mengalami *Brake Fading* hingga mengakibatkan kecelakaan beruntun melibatkan 3 kendaraan. Berkaitan dengan kasus – kasus di atas diperlukannya perawatan serta pengawasan pada sistem rem kendaraan untuk memastikan kendaraan bermotor dalam kondisi laik jalan. Pengujian Kendaraan Bermotor memiliki peran penting dalam menjamin keselamatan dan keamanan kendaraan melalui pemenuhan persyaratan teknis dan laik jalan uji berkala kendaraan bermotor. Merujuk pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 19 tahun 2021, bahwa peralatan bantu

pengujian mewajibkan penggunaan alat pengukur kadar air dalam minyak rem pada pengujian pemeriksaan teknis, namun pada pelaksanaan di lapangan belum terdapat batasan ambang batas kadar air dalam penggunaan minyak rem. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian penentuan ambang batas kadar kandungan air sebagai tolok ukur kelulusan kemampuan pengereman kendaraan. Sehingga diharapkan dapat mengurangi resiko terjadinya rem blong pada kendaraan angkutan barang saat beroperasi di jalan raya, serta dapat meningkatkan perhatian khusus pada proses pengujian pemastian persyaratan teknis kendaraan untuk melakukan pengujian kondisi kadar air pada minyak rem kendaraan.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis akan melakukan penelitian dengan judul “**Ambang Batas Kadar Kandungan Air Dalam Minyak Rem Hidraulik Pada Mobil Barang Sebagai Tolok Ukur Kelulusan Uji Kemampuan Rem**”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang, rumusan masalah yang dirumuskan penulis yaitu:

1. Berapakah rata-rata persentase kadar kandungan air minyak rem dan hasil pengujian kemampuan rem utama kendaraan?
2. Bagaimanakah hubungan antara persentase kadar kandungan air pada minyak rem terhadap hasil uji kemampuan rem utama kendaraan?
3. Berapakah ambang batas maksimum kadar kandungan air dalam minyak rem untuk menghasilkan kemampuan rem sesuai ambang batas pengereman?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai penulis yaitu:

1. Mengetahui rata-rata persentase kadar kandungan air minyak rem dan hasil pengujian kemampuan rem utama kendaraan.
2. Mengetahui hubungan antara persentase kadar kandungan air dalam minyak rem terhadap hasil uji kemampuan rem utama kendaraan.

3. Menentukan ambang batas kadar kandungan air dalam minyak rem Hidrolis Mobil Barang sebagai tolok ukur kelulusan uji kemampuan rem.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan tambahan kajian pengetahuan mengenai pengaruh persentase kadar air pada minyak rem terhadap efisiensi rem utama.
2. Memberikan informasi dan wawasan mengenai pentingnya melakukan pengujian kadar air pada minyak rem kendaraan.
3. Memberikan rekomendasi produk hukum ambang batas kadar kandungan air dalam minyak rem Hidraulik sebagai tolok ukur kelulusan uji kemampuan rem utama.

1.5. Batasan Masalah

Penulis membatasi masalah untuk penelitian ini, batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan hanya pada jenis kendaraan mobil barang dengan sistem Rem Hidraulik bersumbu 1.2.
2. Spesifikasi ban masih memenuhi standar pabrikan kendaraan tanpa membedakan jenis dan merek ban.
3. Kondisi sistem rem kendaraan dianggap baik.
4. Fokus penelitian ini adalah kadar kandungan air pada cairan minyak rem kendaraan jenis DOT 3 yang diukur melalui alat uji *Brake Fluid Tester*
5. Alat uji untuk mengukur kemampuan rem yang digunakan bermerek *Ten / B 99 K*

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1. Kondisi Wilayah

Unit Pelayanan Teknis Daerah Pengujian Kendaraan Bermotor (UPTD PKB) Kabupaten Sragen merupakan unit pelayanan kegiatan pengujian kendaraan bermotor yang berada di dalam organisasi Dinas Perhubungan Kabupaten Sragen dan telah terakreditasi A. UPTD PKB Kabupaten Sragen beralamat di Jalan Kyai H. Agus Salim No.13, Sukorejo, Kroyo, Kec. Karangmalang, Kabupaten Sragen, Jawa Tengah (<https://goo.gl/maps/Q5ZxYYxUdkBZP9Vs9>). UPTD PKB Kabupaten Sragen memiliki luas lahan 6.000m² serta luas gedung pengujian 720m² dengan jumlah Kendaraan Bermotor Wajib Uji (KBWU) aktif per April 2023 sebanyak 6.533 kendaraan dan dalam 1 (satu) hari pelayanan memiliki rata-rata 35 kendaraan Uji (ngekironline.co.id, 2023). Visualisasi UPTD PKB Kabupaten Sragen dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. UPTD PKB Kabupaten Sragen

2.2. Kondisi Objek

2.2.1. Mobil barang

Mobil Barang merupakan salah satu Kendaraan Wajib Uji di UPTD PKB Kabupaten Sragen. Jumlah KBWU mobil barang per April 2023 sebanyak 1.761 kendaraan (ngekironline.co.id, 2023). Adapun Jenis Mobil Barang yang terdapat di UPTD PKB Kabupaten Sragen yaitu:

1. Mobil Barang Bak Muatan Terbuka;
2. Mobil Barang Bak Muatan Tertutup;

3. Mobil Tangki;
4. Mobil Penarik;

Jenis mobil barang yang terdapat di UPTD PKB Kabupaten Sragen terdiri dari berbagai variasi berat kendaraan dan jumlah sumbu kendaraan. Jenis kendaraan pada objek penelitian ini adalah jenis kendaraan yang memiliki jumlah paling banyak pada data KBWU yaitu Kendaraan Mobil Barang dengan jumlah Sumbu 1.2. Visualisasi Kendaraan Mobil Barang sumbu 1.2 dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Kendaraan mobil barang sumbu 1.2

2.2.2. Alat uji rem dan alat uji pengukuran berat

Alat Uji Rem (*Brake Tester*) dan alat Uji Berat (*Axle Load*) adalah salah satu alat uji utama pengujian kendaraan Bermotor di UPTD PKB Kabupaten Sragen yang berfungsi untuk mengukur kemampuan rem utama dan rem parkir kendaraan secara statis sekaligus menghitung berat kendaraan sebelum melakukan proses uji kemampuan rem. Alat Uji *Brake Tester* dan *Axle Load* di UPTD PKB Kabupaten Sragen terpasang menjadi satu alat uji merek *TEN* dengan Tipe *B-99 K* dan telah terkalibrasi per tanggal 10 November 2022. 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* sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) penggunaan alat uji *Brake Tester* di UPTD PKB Kabupaten Sragen adalah sebagai berikut:

1. Pastikan Posisi kendaraan telah tegak lurus dengan alat uji.
2. Jalankan kendaraan hingga Sumbu I roda sudah berada di atas *roller* lalu kendaraan dalam posisi netral dan pedal rem tidak tertekan.
3. Setelah proses pengukuran berat oleh *Axle Load* selesai, tekan tombol *On* untuk memutar *roller* kanan dan kiri *Brake Tester*.
4. Injak Pedal rem secara perlahan hingga roda kendaraan berhasil menghentikan putaran *roller Brake Tester*.
5. Lihat dan catat hasil *Brake Tester* pada monitor dan tekan tombol *Zero* untuk memulai kembali proses pengukuran berat dan uji kemampuan rem pada Sumbu berikutnya.
6. Lakukan proses poin 3 sampai 6 pada sumbu berikutnya.
7. Jika proses pengukuran berat dan kemampuan rem telah selesai jalankan kendaraan hingga seluruh roda telah keluar dari *roller Brake Tester*.

2.2.3. Alat uji kandungan kadar air minyak rem

Alat Uji Kandungan Kadar Air (*Brake Fluid Tester*) merupakan salah satu alat uji bantu yang terdapat di UPTD PKB Kabupaten Sragen dan dipergunakan pada proses pengujian Persyaratan Teknis untuk mengukur kadar kandungan air dalam minyak rem. Alat uji ini bermerk *RoHS* yang memiliki indikator lampu untuk memberikan informasi kadar kandungan air dalam minyak rem. Spesifikasi alat uji *Brake Fluid Tester* dapat dilihat pada **Subbab 4.1**.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Tinjauan Pustaka

3.1.1. Sistem rem hidraulik

1. Prinsip kerja

Sistem Rem Hidraulik adalah jenis sistem rem dengan mekanisme kerja menggunakan bantuan fluida pada proses pengereman yang berpedoman pada Hukum Pascal sebagai prinsip kerja pengereman (Ardianty, 2016). Prinsip kerja Rem Hidraulik didasarkan pada Hukum Pascal bahwa tekanan yang diberikan oleh pedal rem pada fluida di dalam wadah tertutup untuk setiap roda maka akan dihantarkan secara merata seluruh bagian fluida ke pengereman setiap roda sehingga seluruh roda akan menghasilkan gaya pengereman dengan baik walaupun hanya sedikit usaha pengereman. Tekanan Hidraulik yang terjadi akibat gaya tekanan pada pedal rem akan menggerakkan fluida untuk menghasilkan gaya rem yang akan diteruskan ke komponen pengereman. Sistem Rem Hidraulik dirancang untuk menghasilkan gaya pengereman yang seimbang pada setiap bagian roda kendaraan, sehingga kuantitas dan kualitas fluida memegang peranan penting pada keberhasilan proses pengereman sistem Rem Hidraulik (Amalia Safitri, 2019).

2. Komponen

Komponen utama sistem Rem Hidraulik terdiri dari:

- a. Pedal Rem berfungsi untuk mengontrol tekanan hidrolis fluida pada sistem saat proses pengereman yang dilakukan oleh gaya dari kaki pengemudi. Pedal Rem harus memiliki jarak bebas yang cukup untuk mencegah piston master silinder melakukan proses dorong secara terus menerus akibat adanya tekanan hidrolis pada rem sehingga mengakibatkan rem bekerja secara terus menerus tanpa disadari (Amalia Safitri, 2019).
- b. Boster Rem berfungsi untuk meringankan gaya tekanan yang diperlukan saat tenaga kaki pengemudi menginjak pedal rem. Pemasangan Boster rem terintegrasi langsung dengan master silinder (Ardianty, 2016).

- c. Master Silinder berfungsi untuk mengubah gaya dorong pedal rem menjadi tekanan hidrolis pada fluida.
- d. *Flexible hose* berfungsi sebagai saluran penyalur fluida menghubungkan master silinder ke silinder roda.
- e. Silinder Roda berfungsi sebagai penekan *brake shoe* (sepatu roda) ke *brake drum* (Tromol rem). Terdapat piston dalam silinder roda yang berfungsi sebagai komponen yang akan ditekan oleh fluida untuk menekan brake shoe hingga terjadi gesekan dengan tromol (Mukti, 2022).
- f. *Reservoir Tank* berfungsi sebagai tempat penyimpanan minyak rem pada kendaraan.
- g. *Brake Shoe* berfungsi sebagai komponen penghasil gaya gesek dengan cara menekan drum sehingga putaran roda kendaraan dapat diperlambat dan berhenti.
- h. Minyak Rem adalah fluida yang digunakan untuk menyalurkan tekanan pedal rem ke mekanisme tekanan hidrolis pada silinder roda sehingga dapat menimbulkan gaya gesek untuk memperlambat laju putaran roda (Caban et al., 2021).
- i. Kampas Rem adalah komponen rem sebagai media yang bergesekan dengan piringan cakram atau tromol rem untuk memperlambat laju putaran roda (Arif, 2021).

3.1.2. Minyak rem

1. Prinsip kerja

Kualitas minyak rem mempengaruhi kinerja sistem pengereman karena minyak rem berfungsi sebagai media transfer tekanan dari pedal rem ke mekanisme pengereman pada silinder roda. Minyak Rem bersifat *hidroskopis*, artinya mudah menarik air dari lingkungan sekitarnya, sehingga kandungan air pada minyak rem sebagian dipengaruhi oleh suhu lingkungan dan kelembaban udara (Yen et al., 2020). Kandungan air yang tinggi akan meningkatkan suhu beku dan mengurangi titik didih yang dapat menyebabkan rem membeku selama kondisi pengoperasian normal. Efek membeku dan mendidih minyak rem dapat mengakibatkan berkurangnya efek hasil pengereman dan kerusakan

sistem rem. Oleh karena itu, harus dipastikan bahwa kadar air dalam minyak rem tetap berada di bawah ambang batas (Peinert & Stoopendahl, 2022).

2. Klasifikasi minyak rem

Departement Of Transportation (DOT) (USA) merupakan penentuan tingkat klasifikasi fluida pada sistem rem. Setiap penunjukan angka termasuk interval penggantian yang direkomendasikan berdasarkan pengujian minyak rem standar serta semakin tinggi angka spesifikasi minyak rem maka semakin tinggi juga titik didihnya (Yen et al., 2020). Adapun karakter dari masing masing minyak rem dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3. 1 Klasifikasi minyak rem

| Klasifikasi | Bahan Dasar | Kelebihan | Kekurangan |
|-------------|----------------------------------|---|--|
| DOT 3 | <i>Polyglycol Ether</i> | Titik didih 205° C, harga terjangkau dan mudah diperoleh. | Memiliki sifat <i>higroskopis</i> yang membuatnya mudah menyerap air dari udara, dapat menyebabkan korosi. Pada kondisi ekstrem, dapat merusak karet alami, merusak cat, dan dengan cepat menyebabkan karat. Oleh karena itu, penggantian minyak rem ini harus dilakukan lebih sering. |
| DOT 4 | <i>Glycol Ether, Ester Borat</i> | Titik didih 230° C, tersedia dengan mudah dan memiliki sifat lebih stabil serta lebih | Bersifat <i>higroskopis</i> dan mudah mengikis cat serta memiliki harga lebih tinggi dibandingkan DOT 3. |

| Klasifikasi | Bahan Dasar | Kelebihan | Kekurangan |
|--------------------|-----------------------|---|--|
| | sebagai <i>aditif</i> | tinggi pada titik didih basah dan keringnya. | |
| DOT 5 | <i>Silikon</i> | Cocok digunakan untuk <i>Air Breaking System (ABS)</i> karena memiliki karakteristik lebih stabil dan konsisten pada suhu rendah (titik didih 260° C) serta aman digunakan dalam kondisi lembab karena tidak bersifat <i>abrasif</i> dan tidak <i>higroskopis</i> . | Biaya yang lebih tinggi, memiliki pengaruh pada kerusakan segel dan karet, tidak kompatibel dengan sistem rem konvensional dan pergantian minyak rem yang lebih rumit. |
| DOT 5.1 | <i>Glycol</i> | Kualitas terbaik dengan titik didih mencapai 260° C | Mudah menyerap air karena memiliki sifat <i>higroskopis</i> . |

(Amalia Safitri, 2019)

3. Pengelolaan dan pemeliharaan minyak rem

Penggantian minyak rem secara berkala merupakan langkah penting dan sangat dianjurkan untuk menjaga kinerja sistem pengereman serta mengurangi kehadiran uap air pada sistem pengereman. Ketika usia pemakaian minyak rem telah lebih dari 1 (satu) tahun maka kandungan air pada minyak rem mencapai titik 3% dan kualitas titik didihnya akan menurun sebesar 50° C (Caban et al., 2021). Spesifikasi minyak rem harus diperhatikan saat penggantian minyak rem sesuai dengan standar pabrikan kendaraan, tindakan ini akan mempengaruhi performa dan kualitas komponen sistem pengereman, seperti kebocoran yang

diakibatkan oleh kerusakan karet *seal* akibat penggunaan spesifikasi minyak rem yang tidak sesuai standar pabrikan kendaraan (Setyani, 2021).

3.1.3. Uji berkala kendaraan bermotor

Uji Berkala Kendaraan Bermotor diatur dalam Peraturan Kementerian Perhubungan Republik Indonesia nomor PM 19 tahun 2021. Pada pasal 2 ayat (1) Kendaraan Bermotor, Kereta Gandengan, dan Kereta Tempelan yang akan dioperasikan di jalan wajib dilakukan Uji Berkala. Uji Berkala sesuai pasal 2 ayat (1) dilakukan terhadap:

- a. Mobil Penumpang Umum;
- b. Mobil Bus;
- c. Mobil Barang;
- d. Kereta Gandengan;
- e. Kereta Tempelan.

Pengujian persyaratan laik jalan dilakukan dengan pengukuran kinerja minimal Kendaraan Bermotor berdasarkan ambang batas laik jalan. Adapun pengujian persyaratan laik jalan paling sedikit meliputi:

1. Emisi gas buang termasuk ketebalan asap gas buang, kecuali untuk Kendaraan Bermotor listrik baterai;
2. Tingkat kebisingan suara klakson dan knalpot;
3. Kemampuan rem utama;
4. Kemampuan rem parkir;
5. Kincup roda depan;
6. Kemampuan pancar dan arah sinar lampu utama;
7. Akurasi alat penunjuk kecepatan;
8. Kedalaman alur ban; dan
9. Daya tembus cahaya pada kaca.

3.1.4. 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 et al., 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 et al., 2023

Maka didapatkan persamaan,

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

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

Sumber : Ermanto et al., 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:

$$\% \eta_b = \frac{5}{10} \times 100$$

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

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. Penelitian Terdahulu

Tabel 3. 2 Penelitian terdahulu

| No | Sumber | Tujuan | Hasil |
|----|---------------------|--|---|
| 1 | Us & Moote, 2020 | Menyediakan sistem dan metode pemantauan masa pakai dan kualitas | Modul pengontrol untuk menentukan titik didih |

| | | | |
|---|-------------------------|---|--|
| | | minyak rem untuk masing-masing sistem guna mengoptimalkan kinerja pengereman. | minyak rem dalam sistem pengereman kendaraan |
| 2 | Caban et al., 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, 2019 | 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. |