

KERTAS KERJA WAJIB
KAJIAN EKSPERIMENTAL PENURUNAN TEKANAN PADA
SISTEM REM HIDROLIK

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh Ahli Madya
pada Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif



Disusun oleh :
KHOIRUDIN WICAKSONO
21031015

PROGRAM STUDI D-III TEKNOLOGI OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
TAHUN 2024

HALAMAN PERSETUJUAN
KAJIAN EKSPERIMENTAL PENURUNAN TEKANAN PADA SISTEM
REM HIDROLIK

*(EXPERIMENTAL STUDY OF PRESSURE DROP IN HYDRAULIC BRAKE
SYSTEMS)*

Disusun oleh :
KHOIRUDIN WICAKSONO
21031015

Telah disetujui oleh :

Pembimbing 1



Dr. I Made Suraharta, S.T., S.Si.T., M.T.
NIP. 19771205 200003 1 002

Tanggal 26 - 07 - 2024

Pembimbing 2



Rizki Hardimansyah, S.ST., M.Sc.
NIP. 19890804 201012 1 005

Tanggal 26 - 07 - 2024

HALAMAN PENGESAHAN
KAJIAN EKSPERIMENTAL PENURUNAN TEKANAN PADA SISTEM
REM HIDROLIK

(EXPERIMENTAL STUDY OF PRESSURE DROP IN HYDRAULIC BRAKE SYSTEMS)

Disusun oleh :

KHOIRUDIN WICAKSONO

21031015

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 05 Agustus 2024

Ketua Sidang

Brasie Pradiana S. B. R. A., S.Pd., M.Pd.
NIP. 19871209 201902 1 001

Tanda tangan

Penguji 1

Dr. I Made Suraharta, S.T., S.Si.T., M.T.
NIP. 19771205 200003 1 002

Tanda tangan

Penguji 2

Faris Humami, S.Pd., M.Eng.
NIP. 19901110 201902 1 001

Tanda tangan

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Diploma III Teknologi Otomotif

Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M.T.
NIP. 19921009 201902 1 002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khoirudin Wicaksono
Notar : 21031015
Program Studi : D-III Teknologi Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Kertas Kerja Wajib dengan judul "**KAJIAN EKSPERIMENTAL PENURUNAN TEKANAN PADA SISTEM REM HIDROLIK**" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar Pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa laporan KKW ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan KKW ini dikemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 5 Agustus 2024

Yang menyatakan,



Khoirudin Wicaksono

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Kertas Kerja Wajib ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) pada Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, dimana proses penyusunan Kertas Kerja Wajib ini melalui hasil eksperimen.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, tidak lupa juga penulis menyampaikan ucapan terima kasih atas bimbingan, arahan dan kerjasamanya kepada yang terhormat:

1. Ibu Firda Ariani, S.E., M.M.Tr. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal;
2. Bapak Moch. Aziz Kumiawan, S.Pd., M.T. , selaku Kepala Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif;
3. Bapak Dr. I Made Suraharta, S.T., S.Si.T., M.T. , selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini
4. Bapak Rizki Hardimansyah, S.ST., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini
5. Kedua orang tua saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
6. Kakak-kakak, adik-adik, serta rekan-rekan taruna/i PKTJ yang selalu memberi semangat dan motivasi.

Penulis berharap agar Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi semua pembaca.

Tegal, 5 Agustus 2024



Khoirudin Wicaksono

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan Penelitian	3
I.5 Manfaat Penelitian.....	3
I.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Sistem Rem	5
II.1.1 Komponen Sistem Rem	8
II.1.2 Prinsip Kerja Sistem Rem.....	10
II.2 Kebocoran Sistem Pengereman	10
II.3 <i>Vapor Lock</i>	11
II.4 Minyak Rem	12
II.5 Penelitian Relevan.....	13
BAB III METODE PENELITIAN	17
III.1 Waktu Penelitian.....	17
III.2 Jenis Penelitian.....	17

III.3 Diagram Alir Penelitian	18
III.4 Alat dan Bahan	20
III.5 Perangkat Lunak.....	25
III.6 Rancangan Alat	27
III.7 Metode Pengumpulan dan Pengambilan Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
IV.1 Pembuatan Alat Eksperimen.....	31
IV.1.1 Pembuatan Kerangka Alat.....	31
IV.1.2 Pembuatan Dudukan	32
IV.1.3 Pemasangan Komponen	32
IV.1.4 Pemasangan Pedal Rem	33
IV.1.5 <i>Finishing</i> Alat.....	34
IV.2 Pemrograman Arduino	34
IV. 3 Perakitan Komponen Elektronika.....	36
IV.3.1 Perakitan LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	36
IV.3.2 Perakitan <i>Loadcell</i>	37
IV.3.3 Perakitan Pressure Transducer Sensor	38
IV.4 Kalibrasi	38
IV.4.1 Kalibrasi Sensor Tekanan	38
IV.4.2 Kalibrasi Sensor <i>Loadcell</i>	40
IV.5 Pengujian Alat.....	40
IV.4.1 Penambahan Volume Udara	41
IV.4.2 Luas Penampang Kebocoran	44
IV.6 Pembahasan	47
IV.6.1 Percobaan Dengan Variasi Penambahan Volume Udara	47
IV.6.2 Percobaan Dengan Variasi Luas Penampang Kebocoran	50
BAB V PENUTUP	53

V.1 Kesimpulan	53
V.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Sistem Rem	5
Gambar II. 2 Sistem Rem Mekanik.....	6
Gambar II. 3 Sistem Rem Pneumatik	6
Gambar II. 4 Sistem Rem Hidrolik.....	7
Gambar III. 1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar III. 2 Tromol	20
Gambar III. 3 Pedal Rem.....	20
Gambar III. 4 Master Rem.....	20
Gambar III. 5 Reservoir.....	21
Gambar III. 6 Minyak Rem	21
Gambar III. 7 Arduino Uno	22
Gambar III. 8 Pressure Transmitter	23
Gambar III. 9 Kabel Jumper	24
Gambar III. 10 LCD	25
Gambar III. 11 Arduino IDE.....	25
Gambar III. 12 Tampilan Aplikasi Sketch Up	26
Gambar III. 13 Software Proteus	26
Gambar III. 14 Tampak Samping.....	27
Gambar III. 15 Tampak Depan	27
Gambar III. 16 Tampak Atas	28
Gambar III. 17 Rancangan Alat Eksperimen.....	28
Gambar III. 18 Rangkaian Elektronika	29
Gambar IV. 1 Pemotongan Besi Siku	31
Gambar IV. 2 Proses Pengelasan	31
Gambar IV. 3 Pembuatan Dudukan	32
Gambar IV. 4 Pemasangan Tromol	32
Gambar IV. 5 Pemasangan Master Rem	33
Gambar IV. 6 Pemasangan Pipa Rem	33
Gambar IV. 7 Pemasangan Pedal Rem	33
Gambar IV. 8 Membuka Software Arduino IDE.....	34
Gambar IV. 9 Tampilan Software Arduino IDE.....	34

Gambar IV. 10 Meng-upload Program	35
Gambar IV. 11 Hasil Program	36
Gambar IV. 12 Perakitan LCD	36
Gambar IV. 13 Perakitan Loadcell	37
Gambar IV. 14 Perakitan Pressure Transducer Sensor	38
Gambar IV. 15 Kalibrasi Sensor Tekanan	38
Gambar IV. 16 Hasil Grafik Kalibrasi Sensor Tekanan Terhadap Pressure Gauge dan Perasamaan Rumus Empiris	39
Gambar IV. 17 Kalibrasi Sensor Loadcell	40
Gambar IV. 18 Pemasangan Sensor Tekanan	41
Gambar IV. 19 Pemasangan Loadcell	41
Gambar IV. 20 Menghidupkan Alat	42
Gambar IV. 21 Pengisian Minyak Rem	42
Gambar IV. 22 Mengetahui Tekanan Normal	42
Gambar IV. 23 Penambahan Volume Udara	43
Gambar IV. 24 Pemasangan Sensor Tekanan	44
Gambar IV. 25 Pemasangan Loadcell	44
Gambar IV. 26 Pengisian Minyak Rem	45
Gambar IV. 27 Dop Drat 14 Dengan Variasi Lubang	45
Gambar IV. 28 Pemasangan Dop Drat	45
Gambar IV. 29 Menyambungkan Alat Pada Laptop	46
Gambar IV. 30 Tampilan Software Microsoft Excel	46
Gambar IV. 31 Grafik Percobaan Dengan Penambahan Volume Udara dan Pembebanan Pedal 3 kg	47
Gambar IV. 32 Grafik Percobaan Dengan Penambahan Volume Udara dan Pembebanan Pedal 4 kg	48
Gambar IV. 33 Grafik Percobaan Dengan Penambahan Volume Udara dan Pembebanan Pedal 5 kg	49
Gambar IV. 34 Grafik Percobaan Dengan Variasi Luas Penampang Kebocoran dan Pembebanan Pedal 3 kg	50
Gambar IV. 35 Grafik Percobaan Dengan Variasi Luas Penampang Kebocoran dan Pembebanan Pedal 4 kg	51
Gambar IV. 36 Grafik Percobaan Dengan Variasi Luas Penampang Kebocoran dan Pembebanan Pedal 5 kg	52

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Titik Didih Minyak Rem	12
Tabel II. 2 Penelitian Relevan	13
Tabel II. 3 Spesifikasi Arduino Uno.....	23
Tabel III. 1 Waktu Penelitian.....	17
Tabel III. 2 Matriks Data Penelitian	30
Tabel IV. 1 Kalibrasi Sensor Tekanan.....	39
Tabel IV. 2 Kalibrasi Sensor Loadcell	40
Tabel IV. 3 Matriks Pengambilan Data Penambahan Volume Udara	43
Tabel IV. 4 Matriks Pengambilan Data Luas Penampang Kebocoran	47

INTISARI

Di Indonesia, kecelakaan kendaraan akibat kegagalan sistem pengereman hidrolik memiliki tingkat fatalitas yang tinggi. Kegagalan sistem rem hidrolik disebabkan karena *vapor lock* dan kebocoran yang berdampak pada penurunan tekanan pada sistem rem. Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi penambahan udara dan luas penampang kebocoran terhadap dinamika tekanan dalam sistem rem hidrolik dengan pembebanan pedal 3, 4 dan 5 kg. Penelitian dilakukan pada penambahan volume udara dengan variasi 5, 10, 15, 20 dan 25 ml, serta pada luas penampang kebocoran 0.1964, 0.2828, 0.5028, 0.7857 dan 1.131 mm².

Pada percobaan dengan variasi penambahan volume udara dengan pembebanan pedal 3 kg didapatkan rata-rata penurunan tekanan sebesar 1.432 bar, pembebanan pedal 4 kg didapatkan rata-rata penurunan tekanan sebesar 1.672 bar dan pembebanan pedal 5 kg didapatkan rata-rata penurunan sebesar 2.48 bar. Pada percobaan selanjutnya yaitu dengan variasi luas penampang kebocoran sebesar 0.1964, 0.2828, 0.5028, 0.7857 dan 1.131 mm² serta pembebanan pedal 3, 4 dan 5 kg. Dapat diketahui bahwa laju penurunan tekanan ($\frac{\Delta p}{\Delta t}$) akan meningkat seiring dengan meningkatnya luas penampang kebocoran dan juga pembebanan pedal.

Kata kunci : sistem rem hidrolik, penurunan tekanan, sensor tekanan, kebocoran

ABSTRACT

In Indonesia, vehicle accidents due to hydraulic braking system failure have a high fatality rate. Failure of the hydraulic brake system is caused by vapor lock and leakage which results in decreased pressure in the brake system. This study examines the effect of variations in air addition and leakage cross-sectional area on pressure dynamics in the hydraulic brake system with pedal loads of 3, 4 and 5 kg. The study was conducted on the addition of air volume with variations of 5, 10, 15, 20 and 25 ml, and on leakage cross-sectional areas of 0.1964, 0.2828, 0.5028, 0.7857 and 1.131 mm².

In the experiment with variations in the addition of air volume with a pedal load of 3 kg, an average pressure drop of 1,432 bar was obtained, a pedal load of 4 kg was obtained an average pressure drop of 1,672 bar and a pedal load of 5 kg was obtained an average drop of 2.48 bar. In the next experiment, namely with variations in the cross-sectional area of the leak of 0.1964, 0.2828, 0.5028, 0.7857 and 1,131 mm² and pedal loads of 3, 4 and 5 kg. It can be seen that the rate of pressure drop ($\Delta p / \Delta t$) will increase along with the increase in the cross-sectional area of the leak and also the pedal loading.

Keywords : *hydraulic brake system, pressure drop, pressure sensor, leakage*