

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PENDETEKSI
KEBOCORAN PADA REM PNEUMATIK DAN PENCEGAHAN
***VAPOR LOCK* PADA SISTEM REM HIDROLIK**

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh :
DARIS ALWANSYAH
20.02.1011

PROGRAM STUDI D4 TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PENDETEKSI
KEBOCORAN PADA REM PNEUMATIK DAN PENCEGAHAN
***VAPOR LOCK* PADA SISTEM REM HIDROLIK**

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh :
DARIS ALWANSYAH
20.02.1011

PROGRAM STUDI D4 TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

HALAMAN PESETUJUAN
RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PENDETEKSI KEBOCORAN PADA
REM PNEUMATIK DAN PENCEGAHAN VAPOR LOCK PADA SISTEM
REM HIDROLIK

*DESIGN AND PROTOTYPE OF LEAK DETECTION IN PNEUMATIC
BRAKES AND PREVENTION OF VAPOR LOCK IN HYDRAULIC BRAKE
SYSTEMS*

Disusun oleh :

DARIS ALWANSYAH
20021011

Telah disetujui oleh :

Pembimbing


Dr. Setya Wijayanta, M.T
NIP. 198105222008121002

tanggal 8 Juni 2024

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PENDETEKSI KEBOCORAN PADA
REM PNEUMATIK DAN PENCEGAHAN *VAPOR LOCK* PADA SISTEM
REM HIDROLIK

*DESIGN AND PROTOTYPE OF LEAK DETECTION IN PNEUMATIC
BRAKES AND PREVENTION OF VAPOR LOCK IN HYDRAULIC BRAKE
SYSTEMS*

Disusun oleh :

DARIS ALWANSYAH
20021011

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji :

Pada tanggal :

Ketua Sidang

Destria Rahmita, S.ST., M.Sc
NIP. 198912272010122002

Tanda tangan



Penguji 1

Frans Tohom, M.T
NIP. 198806052019021004

Tanda tangan



Penguji 2

Dr. Setya Wijayanta, M.T
NIP. 198105222008121002

Tanda tangan



Mengetahui :
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthoriq, M.T
NIP.198307042009121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Daris Alwansyah

Notar : 20.02.10.11

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul "**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* PENDETEKSI KEBOCORAN PADA REM PNEUMATIK DAN PENCEGAHAN *VAPOR LOCK* PADA SISTEM REM HIDROLIK**" ini merupakan bagian dari penelitian Dosen Pembimbing yang berjudul "**RANCANG BANGUN PENDETEKSI KEBOCORAN DAN *VAPOR LOCK* PADA SISTEM Pengereman**". Selain itu tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yaitu laporan penelitian 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 Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan Tugas Akhir ini di kemudian 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, Juni 2024

Yang menyatakan,



Daris Alwansyah

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, hidayah, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menjalankan keseharian dengan lancar. Penulis juga mengirimkan salam dan doa kepada Nabi Muhammad SAW, sebagai teladan dan penuntun bagi umat manusia. Dalam kesempatan ini, Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Efendhi Prih Raharjo, S.T., S.Si.T., M.T selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif.
3. Bapak Dr. Setya Wijayanta, S.Pd.T., M.T. selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan yang sangat berarti selama proses penyelesaian tugas akhir.
4. Ayah dan Ibunda tercinta, Bapak Sungkono dan Ibu Darunik, atas doa, dukungan, dan motivasi yang selalu penulis terima sepanjang perjalanan ini.
5. Rekan-rekan Taruna/i Teknologi Rekayasa Otomotif angkatan XXXI, serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa tugas akhir ini masih memiliki kelemahan-kelemahan tertentu. Oleh karena itu, dengan rendah hati, Penulis menerima segala saran dan kritik membangun dari semua pihak demi perbaikan tugas akhir ini. Terima kasih atas perhatian dan kesempatan yang diberikan kepada Penulis. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang yang Penulis teliti.

Tegal, Juni 2024



Daris Alwansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan Masalah.....	3
I.4 Tujuan.....	3
I.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Penelitian Relevan	5
II.2 Sistem Pengereman	9
II.3 Jenis Rem Berdasarkan Penggunaannya.....	11
II.4 Jenis Rem Berdasarkan Mekanisme Penggerak	13
II.5 Memahami Rem Blong Pada Bus & Truck	17
II.6 Fenomena <i>Vapor Lock</i> pada Sistem Rem Hidrolik	21
II.7 Fenomena Kebocoran Udara pada Sistem Pneumatik.....	23
II.8 <i>Heat Transfer</i>	25
II.9 Metode Pencegahan <i>Vapor Lock</i> pada Rem Hidrolik (<i>Water Cooler Brake System</i>)	26

II.10 Software	31
II.11 Metode Pendeteksi Kebocoran Pada Rem Pneumatik	32
BAB III METODE PENELITIAN	35
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	35
III.2 Jenis Penelitian	35
III.3 Teknik Pengumpulan dan Pengambilan Data	36
III.4 Prosedur Penelitian.....	40
III.5 Desain Alat	44
BAB IV HASIL DAN PEMAHASAN	53
IV.1 Rancang Bangun <i>Prototype</i> Pencegahan <i>Vapor Lock</i> Pada Sistem Rem Hidrolik.....	53
IV.2 Rancang Bangun <i>Prototype</i> Pendeteksi Kebocoran Pada Rem Pneumatik.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
V.1 Kesimpulan.....	73
V.2 Keterbatasan Penelitian	74
V.3 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Rem Tromol.....	9
Gambar II.2 Backing Plate	9
Gambar II.3 Wheel Cylinder.....	10
Gambar II.4 Brake Shoe and Lining	10
Gambar II.5 Return Spring.....	11
Gambar II.6 Brake Drum	11
Gambar II.7 Service Brake	11
Gambar II.8 Sistem Rem Hidrolik.....	13
Gambar II.9 Sistem Rem Pneumatik	14
Gambar II.10 Compressor	15
Gambar II.11 Air Driyer.....	16
Gambar II.12 Air Tank	16
Gambar II.13 Brake Chamber	16
Gambar II.14 Brake Assembly.....	17
Gambar II.15 Sistem Pemindah Tenaga	18
Gambar II.16 Kecelakaan Akibar Rem Blong.....	19
Gambar II.17 Vapor Lock	21
Gambar II.18 Indikator Udara Bertekanan.....	23
Gambar II.19 Klakson Tambahan	24
Gambar II.20 Selang Udara Diikat Dengan Kawat	24
Gambar II.21 Arduino Nano.....	26
Gambar II.22 LCD I2C.....	27
Gambar II.23 Relay 1 Chanel.....	28
Gambar II.24 Termocouple Type K.....	28
Gambar II.25 Sensor Capasitive Soil Moisture.....	29
Gambar II.26 Pompa Air.....	29
Gambar II.27 Peltier TEC1-12706.....	30
Gambar II.28 Konstruksi Peltier TEC.....	30
Gambar II.29 Tampilan Arduino IDE.....	31
Gambar II.30 Arduino Uno.....	32
Gambar II.31 LCD I2C.....	32
Gambar II.32 Relay 1 Chanel.....	33

Gambar II.33 Pressure Sensor Lutron	33
Gambar II.34 Solenoid Switch.....	34
Gambar III.1 Model ADDIE.....	36
Gambar III.2 Titik Didih Brake Fluid Dengan Variasi Kadar Air	37
Gambar III.3 Grafik Pengaruh Luas Penampang Kebocoran (A) Terhadap Laju Penurunan Tekanan (dP/dt)	39
Gambar III.4 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar III.5 Diagram Alir Rancang Bangun Prototype Pencegah Vapor Lock Pada Sistem Rem Hidrolik	44
Gambar III.6 Skema Kerja Rancang Bangun Prototype	48
Gambar III.7 Diagram Alir rancang bangun prototype	49
Gambar IV. 1 Kalibrasi Sensor Thermocouple.....	53
Gambar IV. 3 Proses Kalibasi Debit Air	55
Gambar IV. 4 Hasil Persamaan Tegangan Dimmer DC Dan Debit Air	56
Gambar IV. 5 Pengujian Alat Watter Cooler Brake System	59
Gambar IV. 6 Pengambilan Data Variasi Debit Air	61
Gambar IV. 7 Pengukuran Tegangan Dimmer DC Variasi Debit Fluida Cair	61
Gambar IV. 8 Grafik Penurunan Temperatur Pada Sisi Dingin Peltier Terhadap Waktu Menggunakan Fluida Cair Air	66
Gambar IV. 9 Grafik Penurunan Temperatur Pada Sisi Dingin Peltier Terhadap Waktu Menggunakan Fluida Cair <i>Radiator coolant</i>	66
Gambar IV. 10 Hasil Grafik Kalibrasi Tekanan Udara (Bar) Terhadap	68
Gambar IV. 11 Pengujian Alat Deteksi Kebocoran.....	69
Gambar IV. 12 Pemasangan Pressure Sensor Pada.....	70
Gambar IV. 13 Uji Coba Kinerja Solenoid (a) Solenoid "off"	71

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Kelebihan & Kekurangan Penelitian Relevan.....	7
Tabel II.2 Spesifikasi Arduino Nano	27
Tabel III.1 Jadwal Penelitian	35
Tabel III.2 Data Hasil Pengukuran Waktu	38
Tabel III.3 Alat dan Bahan Rancang Bangun Prototype	45
Tabel III.4 Alat dan Bahan rancang bangun.....	50
Tabel IV. 1 Hasil Kalibrasi Alat.....	54
Tabel IV. 2 Kalibrasi Debit Fluida Cair Menggunakan Dimmer DC.....	55
Tabel IV. 3 Hasil Kalibrasi Variasi Tegangan Dimmer DC.....	56
Tabel IV. 4 Perakitan Alat Pencegahan Vapor Lock.....	57
Tabel IV. 5 Hasil Uji Coba Tampilan LCD I2C Pada Berbagai.....	58
Tabel IV. 6 Hasil Uji Fungsi Alat	60
Tabel IV. 7 Uji Coba Variasi Debit Fluida Cair Air	62
Tabel IV. 8 Uji Coba Variasi Debit Fluida Cair <i>Radiator coolant</i>	63
Tabel IV. 9 Kalibrasi Pressure Sensor.....	67
Tabel IV. 10 Perakitan Alat Pendeteksi Kebocoran Rem Pneumatik.....	68
Tabel IV. 11 Hasil Uji Coba Tampilan LCD Pada Berbagai Variasi Laju Penurunan Tekanan.....	70
Tabel IV. 12 Hasil Uji Coba Alat Deteksi Kebocoran.....	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pemrograman Arduino Nano "Alat Pencegah <i>Vapor Lock</i> " ..	79
Lampiran 2. Hasil Pemrograman Arduino Uno "Alat Deteksi Kebocoran"	81
Lampiran 3. Hasil Pengambilan Data Variasi Fluida Cair Air	84
Lampiran 4. Hasil Pengambilan Data Variasi Fluida Cair <i>Radiator coolant</i>	87
Lampiran 5. Dokumentasi Keikutsertaan Lomba Inovasi Tingkat Nasional	91
Lampiran 6. Sertifikat Keikutsertaan Lomba Inovasi Tingkat Nasional 2023	92

INTISARI

Dari hasil investigasi KNKT menunjukkan bahwa terdapat tiga fenomena yang paling sering menjadi penyebab terjadinya kegagalan pada pengereman, yaitu *brake fading*, penurunan volume udara bertekanan dan *vapor lock*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rancang bangun *prototype* pendeteksi kebocoran pada rem pneumatik dan pencegahan *vapor lock* pada sistem rem hidrolik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Research and Development*.

Dari hasil penelitian, berhasil dilakukan rancang bangun alat pendeteksi *vapour lock* yang dilengkapi dengan sistem pendingin sepatu rem untuk mencegah temperaturnya mencapai titik didih *brake fluid* serta alat pendeteksi kebocoran pada sistem rem *pneumatic* yang dilengkapi dengan sistem pengaman yang dapat dengan cepat mengaktifkan rem bantu jika terjadi kebocoran.

Hasil analisa debit dan fluida cair menunjukkan bahwa, penggunaan air sebagai fluida cair menunjukkan kemampuan menurunkan suhu lebih besar dan dengan laju penurunan yang lebih signifikan dibandingkan *radiator coolant* dalam waktu 2 menit. Fluida cair air dapat mencapai suhu terendah hingga $-7,4$ °C dengan laju penurunan suhu sebesar $0,331$ °C/s, sedangkan *radiator coolant* hanya mampu mencapai suhu terendah $-5,8$ °C dengan laju penurunan suhu sebesar $0,324$ °C/s. Selain itu, hasil uji coba dengan berbagai variasi debit fluida cair menunjukkan bahwa pada debit $2,5$ l/m merupakan debit yang paling optimal dalam hal mencapai suhu terendah dan laju penurunan pendinginan yang paling optimal.

Kata Kunci : Rem, Kebocoran, *Pneumatic*, Hidrolik, *vapor lock*, Pendingin

ABSTRAK

The results of the KNKT investigation show that there are three phenomena that most often cause braking failure, namely brake fading, a decrease in the volume of compressed air and vapor lock. The aim of this research is to design a prototype for leak detection in pneumatic brakes and vapor lock prevention in hydraulic brake systems. The method used in this research is Research and Development.

From the results of the research, the design of a vapor lock detection device which is equipped with a brake shoe cooling system to prevent the temperature reaching the boiling point of the brake fluid and a leak detection device for the pneumatic brake system which is equipped with a safety system which can quickly activate the auxiliary brake if a leak occurs.

The results of the discharge and liquid fluid analysis show that the use of water as a liquid fluid shows the ability to reduce the temperature to a greater extent and with a more significant reduction rate than radiator coolant within 2 minutes. Liquid water fluid can reach the lowest temperature of $-7.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ with a temperature decrease rate of $0.331\text{ }^{\circ}\text{C/s}$, while radiator coolant is only able to reach the lowest temperature of $-5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ with a temperature decrease rate of $0.324\text{ }^{\circ}\text{C/s}$. Apart from that, the results of trials with various variations of liquid fluid discharge show that a discharge of 2.5 l/m is the most optimal discharge in terms of achieving the lowest temperature and the most optimal cooling rate.

Keywords: Brakes, Leaks, Pneumatic, Hydraulic, vapor lock, Cooling