



LAPORAN SKRIPSI

**ANALISIS DISTRIBUSI PANAS HASIL PENGUKURAN
KONTAK PAD DAN PIRINGAN CAKRAM DENGAN
SENSOR MLX90614 PADA SISTEM Pengereman
*URBAN CAR***

**MALIK SETYAWAN
NIM. 201954109**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
Dr. Akhmad Zidni Hudaya, S.T., M.Eng.**

JUDUL

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MURIA KUDUS
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS DISTRIBUSI PANAS HASIL PENGUKURAN KONTAK *PAD* DAN PIRINGAN CAKRAM DENGAN SENSOR MLX90614 PADA SISTEM Pengereman *URBAN CAR*

MALIK SETYAWAN
NIM. 201954109

Kudus, 28 Februari 2024

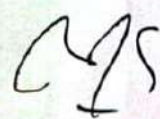
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Rochmad Wimarso, S.T., M.T.
NIDN. 0612017201

Pembimbing Pendamping,



Dr. Akhmad ZidniHudaya, S.T., M.Eng.
NIDN. 0021087301

Mengetahui,

Koordinator Skripsi / Tugas Akhir



Ratri Rahmawati, ST., M.Sc
NIDN. 0613049403

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS DISTRIBUSI PANAS HASIL PENGUKURAN KONTAK *PAD* DAN PIRINGAN CAKRAM DENGAN SENSOR MLX90614 PADA SISTEM Pengereman *URBAN CAR*

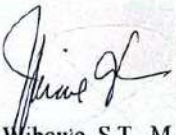
MALIK SETYAWAN

NIM. 201954109


Kudus, 28 Februari 2024

Menyetujui,


Ketua Penguji,


Rianto Wibowo, S.T., M.Eng.
NIDN. 0630037301

Anggota Penguji I,


Qomaruddin S.T., M.T.
NIDN. 0626097102

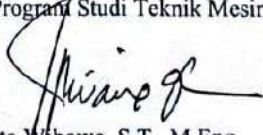
Anggota Penguji II,


Dr. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
NIDN. 0021087301

Mengetahui,


Plt. Dekan Fakultas Teknik
Dr. Eko Diantoro, S.Kom., M.Cs.
NIDN. 0701000001171

Ketua Program Studi Teknik Mesin


Rianto Wibowo, S.T., M.Eng.
NIDN. 0630037301

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Malik Setyawan
NIM : 201954109
Tempat & Tanggal Lahir : Pati, 4 September 1999
Judul Skripsi/Tugas Akhir* : Analisis Distribusi Panas Hasil Pengukuran Kontak Pad Dan Piringan Cakram Dengan Sensor Mlx90614 Pada Sistem Pengereman *Urban Car*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi/Tugas Akhir* ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 28 Februari 2024

Yang memberi pernyataan,



Malik Setyawan
NIM. 201954109

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia Nya sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir yang berjudul “Analisis Distribusi Panas Hasil Pengukuran Kontak *Pad* Dan Piringan Cakram Dengan Sensor Mlx90614 Pada Sistem Pengereman *Urban Car*”. Laporan Tugas Akhir ini ditulis sebagai salah satu syarat kelulusan sebagai mahasiswa S-1 Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan hingga terselesaikannya laporan skripsi ini tanpa ada kesulitan apapun, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih yang kepada:

1. Keluarga tercinta Bapak Suyuti, Ibu Umi Martiah yang telah memberikan dukungan, motivasi, semangat.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus Bapak Dr. Eko Darmanto, S.Kom., M.Cs.
3. Bapak Dr. Rochmad Winarso, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang sudah mendukung, memberikan saran dan gagasan pada penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Akhmad Zidni Hudaya, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping yang sudah mendukung, memberikan saran dan gagasan pada penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Sugeng Slamet, ST.,MT. selaku dosen wali yang senantiasa memberikan arahan dengan sabar membimbing penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini.
6. Bapak Rianto Wibowo, ST., M.Eng selaku ketua program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.

7. Segenap Dosen dan Tenaga Laboran Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah memberikan motivasi, dukungannya.
8. Dek Winda Eka Dwi Prastika yang telah membantu menyelesaikan laporan skripsi
9. Rekan-Rekan Mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2019 seperjuangan yang telah memberikan dukungan hingga banyak membantu sehingga tersusunlah laporan skripsi ini.
10. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan kemampuan diri dari penulis. Oleh karenanya dengan segala rasa hormat dan rendah hati penulis mohon masukan dan kritiknya, baik untuk penelitian Tugas Akhir ini ataupun untuk diri penulis sendiri. Akhir kata, semoga penelitian ini menjadi sesuatu yang berguna bagi manusia dan masyarakat Indonesia khususnya. Amiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Kudus, 28 Februari 2024

Malik Setyawan

ANALISIS DISTRIBUSI PANAS HASIL PENGUKURAN KONTAK PAD DAN PIRINGAN CAKRAM DENGAN SENSOR MLX90614 PADA SISTEM Pengereman *URBAN CAR*

Nama mahasiswa : Malik Setyawan

NIM : 201954109

Pembimbing :

1. Dr. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
2. Dr. Akhmad ZidniHudaya, S.T., M.Eng.

RINGKASAN

Dilihat definisi *disc brake* merupakan kumpulan vital sistem pengereman yang cara kerjanya menggunakan komponen berupa piringan cakram yang dijepit oleh dua buah kampas rem (*disc pad*) supaya bisa menghentikan memperlambat putaran roda kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi panas pada permukaan piringan cakram pada area/wilayah tertentu tanpa pendingin dan dengan menggunakan pendingin. Pengukuran suhu kontak *pad* dan piringan cakram dilakukan di beberapa titik dengan menggunakan sensor jenis MLX90614. Dalam analisis distribusi panas pada permukaan piringan (*surface disc*) kemudian diterapkan simulasi numerik menggunakan *software ansys*. Penelitian dilakukan dengan pembebanan pedal 1 kg, 1,5 kg, dan 2 kg dalam waktu 120 detik. Hasil penelitian gaya tekan piston yang diberikan mempengaruhi torsi gesek, semakin besar gaya yang diberikan semakin besar pula suhu permukaan cakram. Temperatur maksimal tiap pembebanan tanpa penndingin terjadinya temperatur permukaan *disc brake* 34,74⁰C, 38,64⁰C dan 53,06⁰C. Temperatur permukaan *disc brake* setelah menggunakan pendingin terjadinya penurunan temperatur menjadi 33,89⁰C, 38,43⁰C dan 46,47⁰C. Temperatur dapat berubah ubah dipengaruhi suhu lingkungan, angin dan cuaca saat pengereman.

Kata kunci : *disc brake*, *pad contact*, pendingin cakram

Heat Distribution Analysis of Pad and Disc Contact Measurement Results Using the Mlx90614 Sensor in Urban Car Braking Systems

Student Name : Malik Setyawan

Student Identity Number : 201954109

Supervisor :

1. Dr. Rochmad Winarso, S.T., M.T.
2. Dr. Akhmad ZidniHudaya, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

Based on the definition, disc brakes are a vital collection of braking systems which work using components in the form of discs which are clamped by two brake linings (disc pads) so that they can stop the rotation of the vehicle's wheels from slowing down. This research aims to determine the heat distribution on the surface of the disc in certain areas/regions without cooling and using a cooler. The contact temperature of the pad and disc was measured at several points using an MLX90614 type sensor. In analyzing the heat distribution on the surface of the disc, numerical simulation is then applied using Ansys software. The research was carried out with pedal loads of 1 kg, 1.5 kg, and 2 kg within 120 seconds. The research results show that the piston pressing force applied affects the friction torque, the greater the force applied, the greater the disc surface temperature. The maximum temperature for each load without cooling occurs when the surface temperature of the disc brake is 34,740 C, 38,640 C and 53,060 C. The surface temperature of the disc brake after using the coolant decreases in temperature to 33,890 C, 38,430 C and 46,470 C. The temperature can change depending on environmental temperature, wind and weather when braking.

Key words: disc brake, pad contact, disc cooling

DAFTAR ISI

HALAMAM JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Perumusan Masalah	2
1.1.2 Batasan Masalah	2
1.1.3 Tujuan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Dasar Teori Pengereman.....	4
2.1.1 Definisi Pengereman.....	4
2.1.2 Rem Cakram (<i>Disc Brake</i>)	5
2.2 Tribologi.....	8
2.2.1 Gesekan	8
2.2.2 Kekasaran Permukaan.....	9
2.2.3 Kekerasan Permukaan.....	10
2.2.4 Koefisien Gesek	11
2.2.5 Aus (<i>wear</i>)	12
2.3 Kontak Mekanik.....	15
2.3.1 Kontak Permukaan (<i>Surface Contact</i>).....	15
2.3.2 Kontak Berdasarkan Bentuk Daerah Kontak	15
2.2.3 Kontak Berdasarkan Perilaku Material	16
2.4 <i>Uniform Wear</i> (Keausan Seragam) dan <i>Uniform Pressure</i> (Tekanan Seragam)	17

2.4.1 <i>Uniform wear</i> (keausan seragam)	17
2.5 Analisa Pengereman	18
2.5.1 Distribusi pengereman yang dibutuhkan	18
2.5.2 Energi yang terjadi pada pengereman	20
2.5.3 Kriteria Ideal <i>Disk Brake</i>	22
2.5 Sensor MLX90614.....	23
2.6 Termoelektrik atau Pendingin Peltier	24
BAB III METODOLOGI.....	26
3.1. Diagram Alir	26
3.2. Peralatan dan Bahan dalam Studi Literatur.....	28
3.3 Pengukuran Bagian Cakram.....	29
3.3.1 Dimensi Piringan Cakram	29
3.3.2 Pembebanan pada Tuas Rem.....	31
3.3.3 Parameter Penelitian	32
3.3.4 Pengujian Pengereman Tanpa Pendingin dan Dengan Menggunakan Pendingin	32
3.4 Metode Simulasi Menggunakan Software ANSY 19.0	33
3.5 Posedur Pengujian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1. Hasil Perhitungan Proses Pengereman (<i>Hand Calculation</i>).....	39
4.1.1 Hasil perhitungan distribusi dalam pengereman	39
4.1.2 Hasil eksperimen pengereman dengan variasi pembebanan terhadap waktu	42
4.2 Perlakuan pengereman dengan menggunakan pendingin	48
4.3 Hasil Pengujian Pengereman Menggunakan Pendingin.....	50
4.4 Hasil simulasi kontak <i>pad</i> dan pringan cakram	53
4.5 Simulasi Cover Pendingin Cakram.....	58
BAB V PENUTUP	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	63
BIODATA PENULIS.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem pengereman pada mobil (Reif, K. ed., 2014)	4
Gambar 2. 2 Disc brake (Budynas & Nisbett, 2008).....	6
Gambar 2. 3 Prinsip kerja rem (Nathi <i>dkk.</i> , 2012).....	7
Gambar 2. 4 Kesamaan antara profil acak permukaan kasar baik alami maupun tidak (Stachowiak & Batchelor, 2013)	9
Gambar 2. 5 Tegangan kontak antara kekasaran yang besar (Stachowiak & Batchelor, 2013)	10
Gambar 2. 6 Permukaan hub cakram rem (Kinal & Libera, 2017).....	11
Gambar 2. 7 Grafik gesekan yang hubungannya dengan waktu proses terjadi keausan (Jamari, 2006)	13
Gambar 2. 8 Perubahan koefisien gesekan serta kekasaran sebagai fungsi waktu, jumlah overrolling atau jarak sliding hubungan pada kondisi operasi kontinu.....	14
Gambar 2. 9 Kontak konformal dan non konformal.....	15
Gambar 2. 10 Bentuk daerah kontak.....	16
Gambar 2. 11 Kontak berdasarkan perilaku material	16
Gambar 2. 12 Model elemen hingga aksisimetri cakram kopling di bawah jenis beban yang berbeda, elemen termal 8 node (PLANE77), jumlah elemen=1.776	18
Gambar 2. 13 Gaya pedal rem terhadap gaya gesek pad dan piringan cakram.....	20
Gambar 2. 14. Karakteristik penting dari beberapa bahan gesekan untuk rem dan kopling (Budynas & Nisbett, 2008).	22
Gambar 2. 15. Variasi bahan gesekan kopling yang lebih luas (Budynas & Nisbett, 2008).....	23
Gambar 2. 16 Sensor mlx90614	23
Gambar 2. 17 Peltier TECI-12706	24
Gambar 3. 1 Diagram alir analisis distribusi panas kontak <i>pad</i> dan piringan cakram	27
Gambar 3. 2 Alat uji <i>disc brke</i>	28
Gambar 3. 3 Cakram tipe <i>solid disc</i>	30
Gambar 3. 4 Geometri area kontak rem bantalan annular.....	30

Gambar 3. 5 Pembebanan pada tuas rem.....	31
Gambar 3. 6 Pengukuran jarak pedal pada rem (Qomaruddin & Hidayat, 2016) .	31
Gambar 3. 7 Cover peltier pendingin	33
Gambar 3. 8 Pengukuran suhu peltier	33
Gambar 3. 9 Input material properties.....	35
Gambar 3. 10 proses <i>meshing</i>	36
Gambar 3. 11 Proses solution pada ansys.....	36
Gambar 3. 12. Letak posisi sensor mlx90614.....	37
Gambar 4. 1. Gaya teakan pedal rem terhadap torsi gesek pengereman 42	
Gambar 4. 2 Gaya pedal 1 kg terhadap kontak <i>pad</i> dan piringan cakram.....	44
Gambar 4. 3 Gaya pedal 1,5 kg terhadap kontak <i>pad</i> dan piringan cakram	44
Gambar 4. 4 Gaya pedal 2 kg terhadap kontak <i>pad</i> dan piringan cakram.....	45
Gambar 4. 5 Grafik penurunan temperatur dalam peltier	50
Gambar 4. 6 Perubahan temperatur sebelum dan sesudah pendinginan pada pembebanan 1 kg.....	52
Gambar 4. 7 Perubahan temperatur permukaan cakram sebelum dan sesudah pemberian pendingin dalam pembebanan 1,5 kg	52
Gambar 4. 8 Perbahan temperatur permukaan cakram sebelum dan sesudah pemberian pendingin dalam pembebanan 2 kg.....	53
Gambar 4. 9 Gambar piringan cakram	54
Gambar 4. 10 Termal load.....	55
Gambar 4. 11 Temperatur <i>disc brake</i> dengan <i>heat fluk</i> 0,000158535 W/mm ²	55
Gambar 4. 12 Temperatur <i>disc brake</i> dengan <i>heat flux</i> 0,0000792674 W/mm ² ...	56
Gambar 4. 13 Temperatur <i>disc brake</i> dengan <i>head flux</i> 0,0000528449 W/mm ² ..	56
Gambar 4. 14 Temperatur <i>disc brake</i> denga <i>head flux</i> 0,0000396337 W/mm ²	57
Gambar 4. 15 Proses pengambilan nilai temperatur	57
Gambar 4. 16 Perbandingan hasil simulasi dan validasi	58
Gambar 4. 17 Pengaruh proses pendinginan.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Peralatan Pengujian <i>Disc Brake</i>	29
Tabel 3. 2 Bahan Pengujian <i>Disc Brake</i>	29
Tabel 3. 3 Parameter <i>disc brake</i>	30
Tabel 3. 4 Parameter penelitian	32
Tabel 3. 5 Material properties <i>disc brake (gray cast iron)</i> dan <i>pad (asbestos)</i>	35
Tabel 3. 6 Tabel pengereman tanpa pendingin	38
Tabel 3. 7 Tabel pengereman dengan menggunakan pendingin.....	38
Tabel 4. 1 Pengukuran master silinder menggunakan jangka sorong ...39	
Tabel 4. 2 Hasil pengolahan data perhitungan dalam pengereman.....	41
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran kontak <i>pad</i> dan piringan cakram selama 30 detik... 43	
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran kontak <i>pad</i> dan piringan cakram selama 60 detik . 43	
Tabel 4. 5 Hasil pengukuran kontak <i>pad</i> dan piringan cakram selama 90 detik . 43	
Tabel 4. 6 Hasil pengukuran kontak <i>pad</i> dan piringan cakram selama 120 detik 43	
Tabel 4. 7 perhitungan laju aliran panas pada cakram.....	46
Tabel 4. 8 perhitungan laju aliran panas pada cakram dengan pembebanan yang berbeda	47
Tabel 4. 9 Perubahan temperatur maksimal pada pendingin peltier	48
Tabel 4. 10 Hasil pengujian temperatur permukaan cakram menggunakan pendingin selama 30 detik.....	50
Tabel 4. 11 Hasil pengujian temperatur permukaan cakram menggunakan pendingin selama 60 detik.....	50
Tabel 4. 12 Hasil pengujian temperatur permukaan cakram menggunakan pendingin selama 90 detik.....	51
Tabel 4. 13 Hasil pengujian temperatur permukaan cakram menggunakan pendingin selama 120 detik.....	51
Tabel 4. 14 Tabel material properties gray cast iron dan kampas rem (Asbestos)54	

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
r_i	Jari-jari cakram dalam	Cm
r_o	Jari-jari cakram luar	Cm
r	Jari-jari cakram	Cm
T	Tebal cakram	Cm
ω	Kecepatan sudut <i>disc</i>	Rad/sec



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Pengukuran area kontak pad dan piringan cakram.....	63
Lampiran 1. 2 Cover pendingin	63
Lampiran 1. 3 Pendingin cover menggunakan peltier	64
Lampiran 1. 4 Menimbang berat cakram.....	64
Lampiran 1. 5 Mengukur berat pembebanan untuk pedal.....	65
Lampiran 1. 6 Pemberian pembebanan pada pedal rem	65
Lampiran 1. 7 Pengambilan data pengujian.....	66