

ANALISIS PERPINDAHAN KALOR TERHADAP KECEPATAN POTONG PADA PERMUKAAN *DISC*

SKRIPSI

OLEH:

**RIYAN WAHYUDI
NPM: 178130011**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/6/26

Access From (repositori.uma.ac.id)11/6/26

HALAMAN JUDUL

ANALISIS PERPINDAHAN KALOR TERHADAP KECEPATAN POTONG PADA PERMUKAAN *DISC*

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

RIYAN WAHYUDI
NPM: 178130011

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/6/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repositori.uma.ac.id)11/6/26

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis Perpindahan Kalor Terhadap Kecepatan Potong Pada Permukaan *Disc*

Nama Mahasiswa : Rian Wahyudi

NIM : 178130011

Bidang Keahlian : Konversi Energi

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing

(Muhammad Idris, S.T., M.T.)
Pembimbing I

(Dr. Iswandi, S.T., M.T.)
Pembimbing II

(Dr. Eng. Supriatno, S.T.M.T.)
Dekan

(Dr. Iswandi, S.T., M.T.)
Ka. Prodi

Tanggal Lulus : 03 April 2024

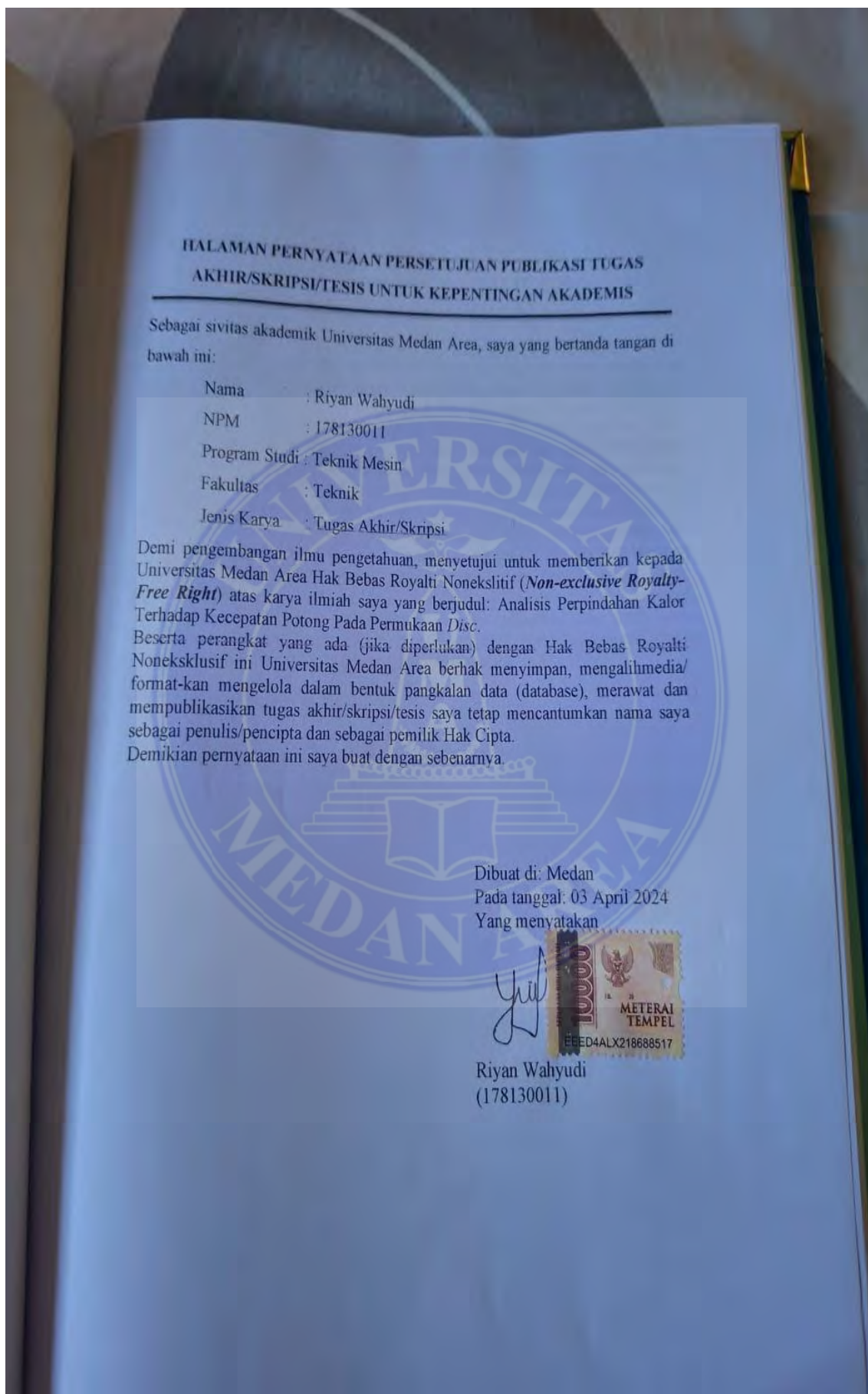
HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai sorma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 03 April 2024


Riyan Wahyudi
178130011



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

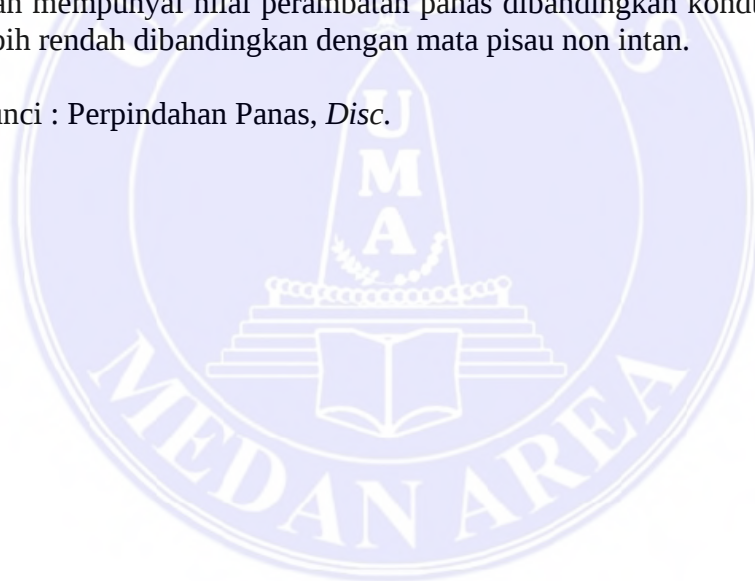
Document Accepted 11/6/26

Access From (repositori.uma.ac.id)11/6/26

ABSTRAK

Salah satu faktor yang mempengaruhi umur pakai sebuah mesin adalah adanya gesekan satu sama lain yang terjadi bila komponen-komponen dalam permesinan saling kontak, sehingga menimbulkan adanya pengikisan permukaan komponen. Pengikisan atau dalam kata lain kita sebut sebagai keausan. Keausan inilah yang menjadi salah satu faktor utama terhadap umur dari komponen-komponen dalam permesinan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini ialah menghitung perpindahan panas terhadap kecepatan potong pada permukaan disc (cakram). Penelitian ini dilakukan di bengkel PT. Astra Internasional Toyota pancing No. 10 Indra Kasih Medan Kecamatan Medan tembung. Hasil dari penelitian ini adalah untuk bahan mata pisau intan campuran diperoleh nilai rata-rata temperatur titik pertama sebesar 30,60, titik kedua 31,40, titik ketiga 33,10, dan titik keempat 34,25. Sedangkan pada bahan mata pisau non intan diperoleh nilai rata-rata untuk titik pertama 31,85, titik kedua 33,25, titik ketiga 36,05, dan pada titik keempat 36,75. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa spesimen mata pisau intan campuran mempunyai nilai perambatan panas dibandingkan konduktivitas termal (q/k) lebih rendah dibandingkan dengan mata pisau non intan.

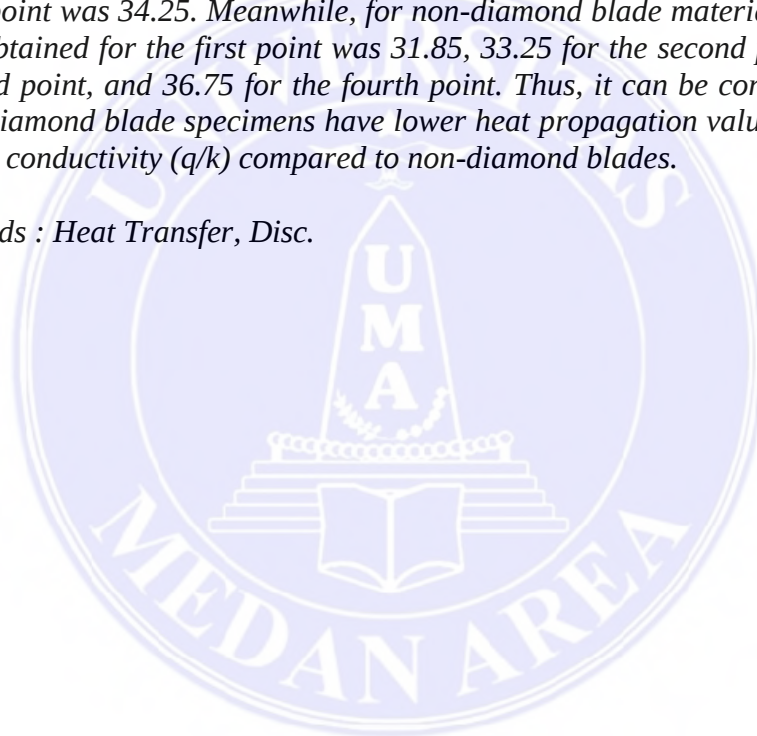
Kata Kunci : Perpindahan Panas, Disc.



ABSTRACT

One of the factors that influences the service life of a machine is friction between each other which occurs when the components in the machine contact each other, causing erosion of the surface of the components. Erosion or in other words we call it wear and tear. This wear and tear is one of the main factors in the lifespan of components in machinery. Therefore, the aim of this research is to calculate heat transfer relative to cutting speed on the disc surface. This research was conducted at the PT workshop. Astra International Toyota fishing rod No. 10 Indra Kasih Medan Medan Tembung District. The results of this research are that for the mixed diamond blade material, the average temperature value for the first point was 30.60, the second point was 31.40, the third point was 33.10, and the fourth point was 34.25. Meanwhile, for non-diamond blade materials, the average value obtained for the first point was 31.85, 33.25 for the second point, 36.05 for the third point, and 36.75 for the fourth point. Thus, it can be concluded that the mixed diamond blade specimens have lower heat propagation values compared to thermal conductivity (q/k) compared to non-diamond blades.

Keywords : Heat Transfer, Disc.



RIWAYAT HIDUP

Penulis Riyan Wahyudi lahir pada tanggal 30 Juli 1998 dari orang tua Warisno dan Sri Narti di Jalan Pendidikan pasar XI Bandar Khalifah, Gg. Tego. Kec. Percut Sei Tuan. Putra dua dari dua bersaudara, penulis. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SDN 107400 di Bandar khalifah pada tahun 2010, pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Swasta Bandung Bandar Setia pada tahun 2013, pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan di SMK PAB 12 Saentis Jl. Kali Serayu pada tahun 2016, dan melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area pada tahun 2017. Penulis kerja praktek di PT. Astra Internasional Auto 2000 Medan pancing.

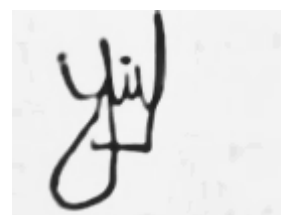


KATA PENGANTAR

Penulis menyampaikan ucapan syukur kepada ALLAH SWT dan uraian yang mengantarkan para pembaca skripsi kepada permasalahan/ topik yang diteliti. Terima kasih penulis sampaikan kepada bapak Muhammad Idris, ST., MT dan bapak Dr. Iswandi S.,T M.,T selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan saran dan masukan perihal tugas akhir/skripsi saya. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang memberikan semangat, doa dan juga perhatiannya.

Penulis telah berusaha memberikan yang terbaik, tetapi penulis menyadari sebagai seorang manusia tentunya tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Akhir kata penulis meminta maaf jika dalam skripsi ini masih terdapat berbagai kesalahan dan kekurangan. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak.

Medan, 03 April 2024
Penulis



Riyan Wahyudi
NPM 178130011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Hipotesis Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Perpindahan Panas	4
2.1.1. Perpindahan Panas Konduksi	4
2.1.2. Perpindahan Panas Konveksi	5
2.1.2. Perpindahan Panas Radiasi.....	7
2.2. Lapis Batas Termal	7
2.2.1. Panjang Masuk Thermal Dan Hidrodinamik.....	7
2.2.2. Aliran Terbentuk Penuh	8
2.3. Bilangan Reynold	9
2.4. Tekanan.....	10
2.5. Faktor Gesekan	11
2.6. <i>Pin On Disc</i>	15
2.7. Jenis-Jenis Sistem Rem Pada Mobil	17
2.7.1 Rem Cakram.....	17
2.7.2. Rem Tromol	20
2.8. <i>Backing Plate</i>	22
2.9. Sepatu Rem Dan Kampas	24
2.10 Silinder Roda	24
2.11 <i>Return Spring</i>	25
2.12 <i>Brake Shoe Holder</i>	26
2.13. <i>Brake Shoe Adjuster</i>	27
2.14. <i>Parking Brake Lever</i>	27
2.15. <i>Drum Brake</i>	28
2.16. <i>Parking Brake Cable</i>	29
2.17. Rem Darurat.....	30
2.18 Rem ABS.....	31
2.19 Gaya Gesek.....	33

2.19.1. Gaya Gesek Statis	34
2.19.2. Gaya Gesek Kinetis	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian	37
3.2. Alat Dan Bahan	37
3.2.1. Mesin Pro-Cut	37
3.2.2. Piringan Cakram	38
3.2.3. Mata Pisau	38
3.2.4. Jangka Sorong	39
3.3. Thermometer Digital Dan <i>Thermo Couple</i> Tipe K	39
3.4. Prosedur Penelitian	40
3.5. Variabel Yang Di Amati	40
3.5.1. Suhu Disc Brake	40
3.5.2. Suhu Udara	40
3.5.3. Mata Pisau	40
3.5.4. Putaran Mesin	40
3.5.5. Volt	41
3.5.6. Alat Atau Mesin	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1. Hasil	42
4.1.1. Spesimen 1 Pemotongan Dengan Mata Pisau Bahan Intan Campuran	42
4.1.2. Spesimen 2 Pemotongan Dengan Mata Pisau Non Intan	43
4.2. Konduktivitas Termal	43
4.2.1. Nilai Rata-Rata Temperatur	44
4.3. Pembahasan	44
4.3.1. Data Hasil Pengujian	44
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Simpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Perpindahan Panas Secara Konduksi.....	5
Gambar 2. 2. Perpindahan kalor secara konveksi.....	6
Gambar 2. 3. Aliran Laminar.....	9
Gambar 2. 4. Aliran Turbulen.	9
Gambar 3. 1. Mesin Pro-Cut.....	38
Gambar 3. 2. Piringan cakram.....	38
Gambar 3. 3. Mata Pisau	38
Gambar 3. 4. Jangka sorong	39
Gambar 3. 5. Display dan sensor suhu	39
Gambar 3. 6. Thermometer digital	39
Gambar 4. 1. Grafik perpindahan panas	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Data pengujian spesimen 1.....	43
Tabel 4. 2. Data pengujian spesimen 2.....	43
Tabel 4. 3. Data Pengujian Termal.....	43
Tabel 4. 4. Nilai rata-rata temperatur.	44



DAFTAR NOTASI

q	=	Laju perpindahan panas (W)
dx	=	Ketebalan bahan (m)
dT	=	Perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$)
k	=	Konduktivitas panas ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$)
A	=	Luas penampang (m^2)
q_c	=	Laju perpindahan kalor secara konveksi (W)
(h_c)	=	Koefisien perpindahan kalor konveksi ($\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$)
ΔT	=	Beda antara suhu permukaan T_w dan suhu fluida T_{∞}
ρ	=	Kerapatan fluida (kg/m^3)
u	=	Kecepatan aliran (m/s)
D	=	Diameter pipa (m)
μ	=	Viskositas dinamik ($\text{kg}/\text{m.s}$)
Re	=	Bilangan Reynolds
Pr	=	Bilangan Prandtl
P	=	Tekanan fluida (Pa atau N/m^2)
F	=	Gaya (N)
ΔP	=	Penurunan tekanan (N/m^2)
γ_{Hg}	=	Berat jenis raksa (N/m^3)
γ_{air}	=	Berat jenis air (N/m^3)
Δh	=	Perbedaan ketinggian (m)
F_s	=	Besaran gaya gesek statis (N)
μ_s	=	Koefisien gesek statis (N)
N	=	Gaya normal (N).
F_k	=	Besaran gaya gesek kinetis (N)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu faktor yang mempengaruhi umur mesin adalah adanya gesekan timbal balik yang terjadi pada saat bagian-bagian mesin bersentuhan sehingga menyebabkan erosi permukaan pada bagian-bagian tersebut. Erosi atau dengan kata lain kita menyebutnya keausan. Keausan ini merupakan salah satu faktor terpenting dalam umur suku cadang mesin.

Keausan ini disebabkan oleh adanya kontak timbal balik, dapat berupa kontak statis maupun kontak mekanis seperti kontak gelinding, kontak geser, atau kontak gelinding-geser. Dalam skala kecil, pengotor terlihat berubah bentuk saat bersentuhan ketika dua permukaan ditekan bersamaan dalam skala besar, informasi ini dapat berguna untuk menganalisis gesekan, keausan, pelumasan, dll.

Mekanika kontak (mekanika kontak) adalah salah satu cabang tribologi yang mempelajari tentang pembekuan dan peregangan dua benda yang saling bersentuhan. Kontak antara dua benda dapat berupa titik, garis, atau permukaan. Jika kontak yang dihasilkan dilanjutkan di bawah beban kontak, kontak yang awalnya berbentuk titik dapat berubah bentuk atau permukaannya.

Fenomena ini juga dapat dikembangkan dalam ilmu mekanika kontak sehingga dapat diterapkan dalam dunia industri untuk menganalisis kasus-kasus dimana terjadi cacat atau kerusakan pada mesin yang bersentuhan. Contoh penerapan *contact housing* antara lain gesekan antara roda kereta dengan rel, lalu gesekan antar roda gigi yang berputar bersama, dan lain-lain.

Mengetahui faktor-faktor ini, kami sampai pada kesimpulan bahwa ketika membuat komponen mekanis, perhatian harus diberikan pada keausan. Mesin yang saling bersentuhan masih mengalami keausan dan kita tidak dapat menghilangkan keausan ini. Kita dapat mengurangi keausan di jalan hanya jika kita mempelajari sifat dari keausan tersebut.

Saat kita melihat permukaan sebenarnya selama pemesinan pada skala nanometer permukaan komponen, kita melihat permukaan yang tidak halus, melainkan kasar. Permukaan yang kasar seperti pada gambar 1.2 terlihat dari permukaannya yang kasar menyerupai bentuk gunung. Salah satu gunung tersebut kemudian disebut "asperit".

Sebuah kasus yaitu *rolling-sliding* dipertimbangkan dalam penelitian ini. Pada sistem kontak geser, keausan terjadi akibat kontak dua benda yang berputar dan terbakar, yang kemudian dapat dikurangi dengan pelumasan. Metode yang paling umum digunakan untuk menentukan keausan adalah metode pengukuran laboratorium, alat yang paling umum digunakan adalah tribometer. Salah satu tribometer yang umum digunakan adalah "cakram ganda". Cetakan pelat ganda merupakan penyederhanaan dari cetakan asperity tunggal kekasaran permukaan yang sudah ada, namun cara pengujian ini memerlukan biaya yang relatif tinggi. Sebuah kasus yaitu *rolling-sliding* dipertimbangkan dalam penelitian ini. Pada sistem kontak geser, keausan terjadi akibat kontak dua benda yang berputar dan terbakar, yang kemudian dapat dikurangi dengan pelumasan. Metode yang paling umum digunakan untuk menentukan keausan adalah metode pengukuran laboratorium, alat yang paling umum digunakan adalah tribometer. Salah satu tribometer yang umum digunakan adalah "cakram ganda". Cetakan pelat ganda

merupakan penyederhanaan dari cetakan asperity tunggal kekasaran permukaan yang sudah ada, namun cara pengujian ini memerlukan biaya yang relatif tinggi.

1.2. Perumusan Masalah

Kasus pokok pada bahasan dalam penelitian ini adalah melakukan analisis perpindahan kalor terhadap kecepatan potong pada permukaan *Disc*.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung perpindahan panas terhadap kecepatan potong pada permukaan *disc* (cakram) pada mobil inova reborn.

1.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah Diduga mata pisau intan campuran mempunyai nilai perambatan panas dibanding konduksi termal (q/k) lebih rendah dibandingkan dengan mata pisau non intan.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sehingga Anda dapat menggunakan kecepatan potong yang tepat untuk hasil yang optimal.
2. Dapat membandingkan kecepatan dan sudut pemotongan yang berbeda untuk mencapai hasil terbaik.
3. Sebagai bahan acuan penelitian serupa dengan penelitian pengembangan yang lebih luas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perpindahan Panas

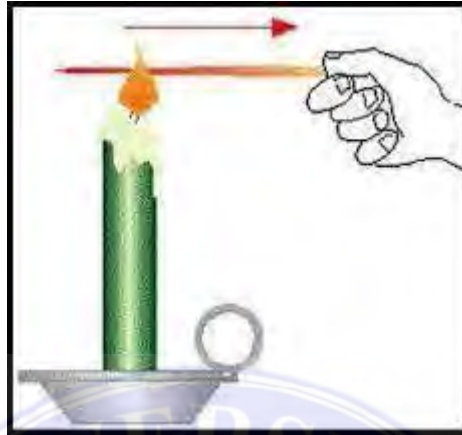
Perpindahan panas adalah ilmu yang mempelajari perpindahan energi karena perbedaan temperatur diantara benda atau material. Disamping itu, perpindahan panas juga meramalkan laju perpindahan panas yang terjadi pada kondisi tertentu. Persamaan fundamental didalam perpindahan panas merupakan persamaankecepatan yang menghubungkan kecepatan perpindahan panas diantara dua sistem dengan sifat termodinamika dalam sistem tersebut. Gabungan persamaan kecepatan, kesetimbangan energi, dan persamaan keadaan termodinamis menghasilkan persamaan yang dapat memberikan distribusi temperatur dan kecepatan perpindahan panas. Jadi, pada dasarnya teori perpindahan panas adalah termodinamika dengan persamaan kecepatan yang ditambahkan.

Konsep tegangan, perpindahan panas dapat terjadi tanpa adanya perbedaan temperatur. Tetapi, dengan perbedaan tegangan dapat terjadi perpindahan panas. Contohnya efek yang terjadi didalam termolistrik. Sifat perpindahan panas, jika suatu benda yang temperaturnya berbeda mengalami kontak termal, maka panas akan mengalir dari benda yang temperaturnya lebih tinggi ke benda yang temperaturnya lebih rendah. Mekanisme perpindahan panas dibagi menjadi, yakni

2.1.1. Perpindahan Panas Konduksi

Adanya gradien temperatur akan terjadi perpindahan panas. Dalam benda padat perpindahan panas timbul karena gerakan antar atom pada temperatur yang

tinggi, sehingga atom-atom tersebut dapat memindahkan panas. Didalam cairan atau gas, panas dihantar oleh tumbukan antar molekul [1].



Gambar 2. 1. Perpindahan Panas Secara Konduksi.

Persamaan dasar Konduksi:

$$q = -k A \frac{dT}{dx} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

q = Laju perpindahan panas (W)

k = Konduktivitas panas (W/m°C)

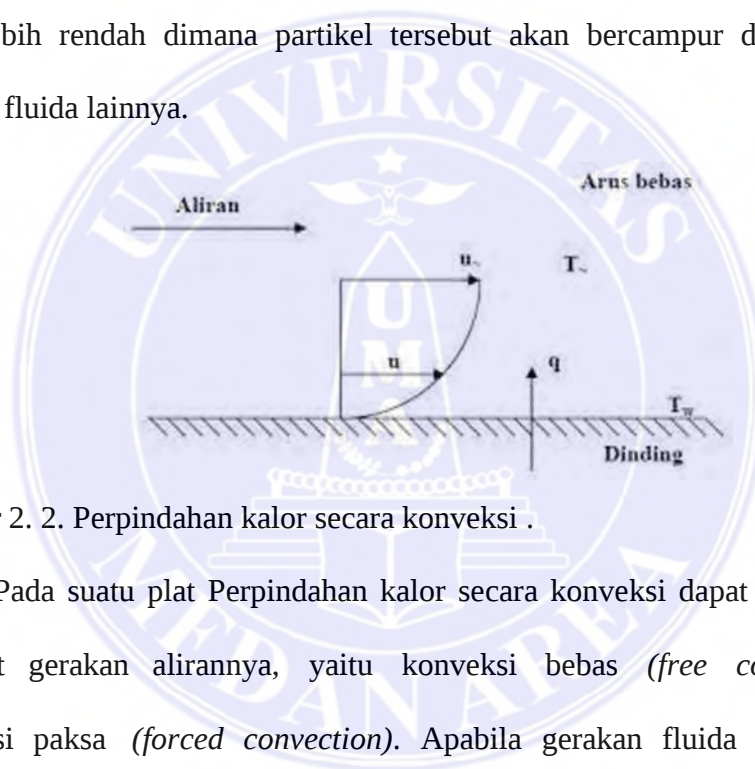
A = Luas perpindahan panas (m²)

dT/dx = gradient suhu terhadap penampang tersebut, yaitu laju perubahan suhu T terhadap jarak dalam arah aliran panas X .

2.1.2. Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi dapat diklasifikasi menjadi konveksi alami (konveksi bebas) dan konveksi paksa. Koefisien perpindahan panas konveksi (h) sangat ditentukan oleh hidrodinamika aliran dengan menerapkan prinsip keseimbangan energi pada elemen aliran fluida yang ditinjau (Sudia, 2017). Perpindahan kalor secara konveksi adalah proses tansport energi dengan kerja gabungan dari konduksi kalor, penyimpanan energi dan gerakan mencampur.

Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cair atau gas. Perpindahan kalor secara konveksi dari suatu permukaan yang suhunya diatas suhu fluida disekitarnya berlangsung dalam beberapa tahap. Pertama, kalor akan mengalir dengan cara konduksi dari permukaan ke partikel-partikel fluida yang berbatasan. Energi yang berpindah dengan cara demikian akan menaikkan suhu dan energi dalam partikel- partikel fluida tersebut. Kedua, partikel-partikel tersebut akan bergerak ke daerah suhu yang lebih rendah dimana partikel tersebut akan bercampur dengan partikel-partikel fluida lainnya.



Gambar 2. 2. Perpindahan kalor secara konveksi .

Pada suatu plat Perpindahan kalor secara konveksi dapat dikelompokkan menurut gerakan alirannya, yaitu konveksi bebas (*free convection*) dan konveksi paksa (*forced convection*). Apabila gerakan fluida tersebut terjadi sebagai akibat dari perbedaan densitas (kerapatan) yang disebabkan oleh gradient suhu maka disebut konveksi bebas atau konveksi alamiah (*natural convection*). Bila gerakan fluida tersebut disebabkan oleh penggunaan alat dari luar, seperti pompa atau kipas, maka prosesnya disebut konveksi paksa [2].

Laju perpindahan kalor antara suatu permukaan plat dan suatu fluida dapat dihitung dengan hubungan (Holman J.P,1994 hal:11) :

$$q_c = \bar{h}cA\Delta T \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

q_c = Laju perpindahan kalor secara konveksi (W)

$\bar{h}_c$ = Koefisien perpindahan kalor konveksi ($W/m^2.K$)

A = Luas perpindahan kalor (m^2)

ΔT = Beda antara suhu permukaan T_w dan suhu fluida T_∞

2.1.2. Perpindahan panas radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah proses mengalirnya panas dari benda bertemperatur tinggi ke bertemperatur rendah masing – masing benda berada di dalam ruang yang sama, bahkan jika terdapat diruang hampa diantara benda – benda tersebut. Energi panas radiasi mengenai suatu bahan, maka sebagian radiasi akan di pantulkan, sebagian lain diserap oleh bahan dan sebagian lainnya diteruskan kebagian yang lain. Menghitung besarnya energi radiasi bidang datar dapat digunakan persamaan:

$$Q_{rad} = \sigma A (T_w^4 - T_\infty^4) \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana σ ialah konstanta proporsional dan disebut konstanta stefan boltzman dengan nilai $5,67 \times 10^{-8} W/m^2.K^4$. Persamaan diatas disebut hukum stefan boltzman tentang radiasi thermal, dan berlaku hanya untuk benda hitam.

2.2. Lapis Batas Termal

Lapis batas thermal (*Thermal Boundary Layer*) adalah daerah dimana terdapat gradient suhu dalam aliran. Gradient suhu ini adalah akibat proses pertukaran kalor antara fluida dengan dinding tabung [3].

2.2.1. Panjang Masuk Thermal dan Hidrodinamik

Panjang masuk hidrodinamik adalah panjang yang diperlukan saluran

masuk tabung untuk mencapai kecepatan maksimum dari besaran aliran berkembang penuh. Sedang panjang kalor thermal adalah panjang yang dibutuhkan dari awal daerah perpindahan kalor untuk mencapai angka *Nusselt local* (Nu). Jika perpindahan kalor kefluida dimulai segera setelah fluida memasuki saluran, lapisan batas kalor dan kecepatan mulai berkembang dengan cepat, maka keduanya diukur dari depan saluran.

2.2.2. Aliran Terbentuk Penuh

Apabila fluida memasuki tabung dengan kecepatan seragam, fluida akan melakukan kontak dengan permukaan dinding tabung sehingga viskositas menjadi penting dan lapisan batas akan berkembang. Perkembangan ini terjadi bersamaan dengan menyusunnya daerah aliran inviscid diakhiri dengan bergabungnya lapisan batas pada garis pusat tabung. Jika lapisan-lapisan batas tersebut telah memenuhi seluruh tabung, maka dikatakan aliran berkembang penuh (*fullydeveloped*).

Bilangan *Reynolds* untuk aliran dalam pipa dapat didefinisikan dengan:

$$Re = \frac{\rho \cdot u \cdot D}{\mu} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

ρ = kerapatan fluida (kg/m³)

u = kecepatan aliran (m/s)

D = diameter pipa (m)

μ = viskositas dinamik (kg/m.s)

Sedang bilangan *Nusselt* untuk aliran yang sudah jadi atau berkembang penuh (*fully developed turbulent flow*) di dalam tabung licin dapat dituliskan dengan persamaan (J.P Holman, 1994 hal:252) :

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^n \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

$n = 0,3$. untuk pendinginan

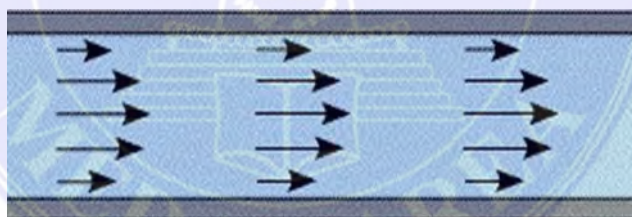
$N = 0,4$. untuk pemanasan

Re = bilangan Reynolds

Pr = bilangan Prandtl

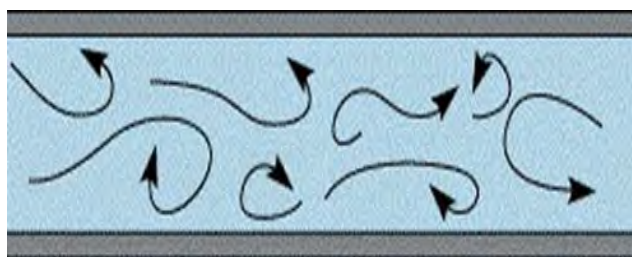
2.3. Bilangan Reynold

Bilangan Reynolds adalah rasio antara gaya inersia terhadap gaya viskositas yang menjumlahkan hubungan kedua gaya tersebut dengan suatu kondisi aliran tertentu. Bilangan ini digunakan untuk mengidentifikasikan jenis aliran yang berbeda, misalnya laminar dan menyatakan bahwa koefisien perpindahan panas pada jarak rusuk yang lebih rapat memberikan perpindahan panas yang lebih baik [4].



Gambar 2. 3. Aliran Laminar.

Biasanya bilangan Reynold pada angka Re 4000 dikatakan sebagai aliran turbulen. Seperti ditunjukkan pada gambar (2.4) dan (2.5) sedangkan Reynold di antara keduanya dikatakan aliran transisi.



Gambar 2. 4. Aliran Turbulen.

Bilangan Reynold juga merupakan salah satu bilangan tak berdimensi yang paling penting dalam mekanika fluida (Wang et al., 2017) dan digunakan seperti halnya dengan bilangan tak berdimensi lain, Bilangan Reynold dapat dicari menggunakan persamaan.

$$Re = \frac{\rho \cdot u \cdot D_h}{\mu} \dots\dots\dots (2.6)$$

Bilangan Reynold dapat dicari dengan sebelumnya mencari temperatur rata-rata fluida (temperatur film):

$$T_f = \frac{T_{in} + T_{out}}{2} \dots\dots\dots (2.7)$$

Bilangan Nu merupakan fungsi universal dari bilangan Re. Apabila fungsi bilangan Re diketahui, maka dapat digunakan untuk menghitung nilai Nu untuk fluida, nilai kecepatan, dan skala panjang yang berbeda.

2.4 Tekanan

Tekanan dinyatakan sebagai gaya per satuan luas. Untuk keadaan dimana gaya (F) terdistribusi merata atas suatu luas (A), maka:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

P = tekanan fluida (Pa atau N/m²)

F = gaya (N)

A = luas (m²)

Penurunan tekanan pada dua titik, pada ketinggian yang sama dalam suatu fluida adalah:

$$\Delta P = (\rho - \rho_{air}) g \Delta h \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

ΔP = penurunan tekanan (N/m²)

γ_{Hg} = berat jenis raksa (N/m³)

γ_{air} = berat jenis air (N/m³)

Δh = perbedaan ketinggian (m)

Untuk mengetahui perbedaan tekanan antara dua titik menggunakan manometer diferensial [5].

2.5 Faktor Gesekan

Penelitian penurunan tekanan (*pressure drop*) sepanjang seksi uji dalam saluran diukur di bawah kondisi aliran panas. Pengukuran ini dikonversi ke faktor gesekan (*friction factor*), f . Faktor gesekan ditentukan dari nilai pengukuran penurunan tekanan, ΔP , sepanjang seksi uji menggunakan persamaan.

$$f = \frac{\Delta P}{L \frac{\rho V^2}{2}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dalam dinamika fluida, rumus faktor gesekan Darcy adalah persamaan yang berdasarkan pada data eksperimen dan teori untuk faktor gesekan Darcy. Faktor gesekan Darcy adalah satuan tak berdimensi yang digunakan dalam persamaan Darcy-Weisbach, untuk mendeskripsikan kehilangan tekanan akibat gesekan dalam aliran pipa.

1. Jenis aliran

Rumus faktor gesekan Darcy dapat diaplikasikan pada berbagai jenis aliran seperti:

- Aliran laminar
- Aliran transisi antara laminar dan turbulen
- Aliran turbulen di saluran halus

- d. Aliran turbulen di saluran kasar
- e. Aliran permukaan bebas
2. Aliran laminar

Aliran laminar merupakan aliran udara yang terjadi akibat tidak adanya gangguan pada pengaliran fluida di tiap lapisan paralel. Garis alir masing-masing dari aliran udara tidak saling berpotongan. Sifat dari aliran laminar adalah tidak terjadi pusaran, persilangan maupun percampuran aliran udara. Setiap partikel udarabergeser seranjang dengan arah aliran udara secara teratur. Aliran laminar dipelajari dalam dinamika fluida.

Kondisi yang memungkinkan terbentuknya aliran laminar adalah fluida bergerak sangat lambat atau memiliki tingkat kekentalan yang tinggi. Difusi momentum pada aliran laminar sangat besar, sedangkan momentum konveksi yang terjadi sangat kecil. Nilai bilangan Reynolds pada aliran laminar selalu kurang dari 2000. Setelah waktu dan kondisi tertentu, aliran laminar akan berubah menjadi aliran turbulen. Rumus faktor gesekan Darcy untuk aliran laminar (ketika bilangan Reynolds di bawah 2300) adalah:

$$f = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

f = faktor gesekan Darcy

Re = adalah bilangan Reynolds

3. Aliran transisi

Merupakan aliran fluida dengan bentuk peralihan antara aliran laminar menjadi aliran turbulen. Keberadaan aliran transisi merupakan akibat dari perbedaan sifat antara aliran laminar dan aliran turbulen. Perbedaan sifa ini

utamanya dalam hal kehilangan energi akibat gaya gesek. Kehilangan energi ini terjadi selama pengaliran fluida. Status aliran transisi dapat diketahui melalui nilai bilangan Reynolds. Aliran transisi dapat terbentuk ketika terjadi peningkatan pada nilai bilangan Reynolds dari aliran laminar.

Nilai bilangan Reynolds pada aliran transisi berada di dalam rentang bilangan Reynolds aliran laminar dan aliran turbulen. Kisaran nilainya antara 2000 hingga 4.000. Rentang nilai aliran transisi dipengaruhi oleh tingkat tidak sempurna sistem aliran fluida beserta dengan tingkat gangguan lainnya. Setelah waktu dan kondisi tertentu, aliran transisi akan berubah menjadi aliran turbulen. Aliran transisi umumnya terbentuk pada aliran udara yang bertumbukan dengan benda yang melengkung. Permukaan benda yang mengalami tumbukan umumnya berbentuk bola.

Aliran transisi terjadi ketika aliran memiliki bilangan Reynolds sebesar antara 2300 hingga 4000 aliran ini tidak laminar dan juga tidak turbulen. Nilai dari faktor gesekan Darcy bervariasi dan menimbulkan ketidakpastian yang cukup besar dalam menentukannya.

4. Aliran turbulen

Aliran turbulen merupakan aliran fluida yang memiliki kecepatan yang berubah-ubah. Di dalam aliran turbulen terdapat partikel-partikel yang bergerak secara acak dan tidak stabil. Garis aliran pada masing-masing partikel dalam aliran turbulen selalu saling berpotongan satu dengan yang lainnya. Aliran turbulen hanya dapat terbentuk pada kecepatan fluida yang sangat tinggi dengan nilai kecepatan yang selalu berubah-ubah setiap waktu. Aliran turbulen umumnya hanya terbentuk dalam waktu yang singkat. Setelahnya, aliran turbulen akan

menghilang akibat partikel-partikel di dalamnya saling bertumbukan.

Persamaan matematika yang digunakan agar suatu aliran disebut sebagai aliran turbulen adalah bilangan Reynolds tak-berdimensi. Suatu aliran fluida dinyatakan sebagai aliran turbulen ketika bilangan Reynolds mencapai lebih dari 4000. Perhitungan bilangan Reynolds pada aliran turbulen menambahkan faktor gaya inersia, tetapi tidak menambahkan faktor gaya akibat kekentalan

Persamaan Colebrook adalah persamaan implisit yang mengkombinasikan hasil eksperimen terhadap aliran turbulen di pipa halus dan pipa kasar. Persamaan ini dikembangkan oleh C. F. Colebrook dan C. M. White pada tahun 1939. Persamaan ini juga disebut dengan persamaan Colebrook-White.

Untuk saluran pipa yang terisi penuh oleh air dengan nilai bilangan Reynolds melebihi 4000, faktor gesekan Darcy didefinisikan sebagai:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{s/D_h}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \dots \dots \dots (2.12)$$

atau

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{s}{14.8 Rh} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

f = faktor gesekan Darcy

E = ketinggian kekasaran

D_h = diameter hidraulik; untuk pipa bulat dengan air terisi penuh, nilainya sama dengan diameternya

R_h = jari-jari hidraulik; untuk pipa bulat dengan air terisi penuh, nilainya sama dengan seperempat diameternya

Re = bilangan Reynolds

5. Aliran permukaan bebas

Bentuk persamaan Colebrook lainnya ada untuk bentuk aliran permukaan bebas. Kondisi seperti ini terjadi pada pipa yang tidak terisi penuh.

Untuk aliran permukaan bebas:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{s}{12 Rh} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \dots\dots\dots (2.14)$$

2.6 Pin On Disc

Pin on disc merupakan salah satu dari Tribo tester yang nantinya digunakan sebagai alat uji suatu material untuk mengetahui prediksi keausan dan gesekan. *Pin on Disc* terdiri dari pin yang berupa bola yang terbuat dari material tertentu dan *disc* yang juga dapat divariasikan jenis materialnya.

Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus (ASTM G-99). Pada ASTM G-99 menjelaskan tentang standar dalam perancangan alat Uji *Pin on disc*. Metode uji ini menjelaskan untuk skala laboratorium untuk menentukan umur suatu bahan selama meluncur menggunakan pin-untuk aparatur-disk. Adapun Instrumentasi dan Data yang dapat diperoleh RPM, Keausan, Gaya gesekan, Suhu, Pengukuran resistensi kelistrikan.

Tahapan keausan dalam hubungannya dengan waktu pakai terdiri atas tiga tahap (Jamari, 2006). Tahap pertama adalah tahap *runing-in*. Pada tahap ini, keausan meningkat secara signifikan tetapi laju keausan berkurang seiring dengan bertambahnya waktu ataupun *rolling* maupun jarak *sliding*.

Tribometer adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur gesekan dan keausan antara dua permukaan. Salah satu tipe tribometer yang sering digunakan adalah tribometer *pin on disc*. Alat uji tribometer *pin on disc* terdiri dari pin yang terbuat dari material tertentu dan *disc* juga dapat divariasikan sesuai

dengan kebutuhan pengujian. *Disc* akan berotasi dan pin diberikan beban agar permukaan pin menekan pada permukaan *disc*. Pada sebagian tribometer, pin dikondisikan untuk diam tetapi pada tribometer yang lain juga ada yang menggerakkan pin ketika diberi beban agar terjadi *sliding*. Dengan gaya gesek tersebut maka keausan akan dapat diketahui dan selain itu, digunakan untuk mengetahui uji performa suatu pelumas. Sebuah material diberikan tepat pada bagian bergerak selama tes. Pengukuran terakhir menunjukkan keausan pada bahan dan sering digunakan untuk menentukan kekuatan dan panjang umur (Prabowo, 2012).

Beberapa waktu yang lalu Rektor Kepala Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang melakukan riset rekayasa genetik tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) yang menghasilkan varietas tanaman jarak pagar lebih unggul dibandingkan tanaman lain, sehingga dihasilkan kualitas minyak jarak yang lebih baik. Salah satu mahasiswa jurusan teknik mesin ingin melakukan penelitian dari hasil riset tersebut yaitu menjadikan minyak jarak pagar sebagai alternatif pelumas mesin perkakas ringan dengan menggunakan *tribology test*.

Namun penelitian ini mengalami kendala karena tidak adanya alat uji tribometer khususnya di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang. Alat uji tribometer ini hanya ada di beberapa tempat saja di luar kota Malang dan jarang sekali dijual di pasaran. Dengan alasan tersebut, maka dilakukan perancangan mengenai alat uji tribometer ini, demi memudahkan mahasiswa dalam melakukan penelitian mengenai keausan, gesekan bahkan pelumasan khususnya mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah

Malang. Dalam pembuatan alat uji ini dibutuhkan ketelitian dalam membuat seperti kerataan *disc*, kecepatan putar motor dan juga variasi beban pada pin. Maka dari itu perlu dibuatkannya alat uji tribometer *pin on disc* yang mudah pengoperasiannya dan dengan bahan pembuatan yang terjangkau.

2.7 Jenis-Jenis Sistem Rem pada Mobil

Rem memiliki beberapa jenis dan fungsi yang berbeda-beda tergantung pada jenis kendaraan yang digunakan. Dengan memahami jenis dan fungsi rem kendaraan, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan keamanan berkendara di jalan raya. Pengereman merupakan sistem kendaraan yang bertugas menyerap energi gerak dari roda yang bertujuan untuk mengurangi kecepatan dengan bantuan friksi atau gesekan. Ditekankan, sistem pengereman merupakan bagian yang sangat penting pada kendaraan. Dalam proses kerjanya, sistem ini melibatkan banyak komponen, contoh kampas rem, rotor cakram, tromol, minyak rem, sampai tuas kontrol yang berada di sisi pengemudi dalam setiap kendaraan roda empat atau mobil, terdapat beberapa jenis sistem rem yang bekerja. Berikut ini 4 jenis sistem rem mobil yang penting untuk diketahui yaitu :

2.7.1 Rem cakram

Rem cakram adalah jenis rem kendaraan yang menggunakan komponen cakram, kaliper, dan bantalan yang terintegrasi dengan roda. Adapun prinsip kerja pada sistem rem ini didasarkan pada tekanan hidrolik yang dihasilkan oleh master silinder. Ketika rem ditekan, maka kaliper akan menekan bantalan rem pada kedua sisi cakram roda. Gesekan antara bantalan rem dan cakram tersebut lalu menghasilkan gaya gesekan untuk memperlambat atau menghentikan pergerakan

kendaraan. Rem cakram (*disc brake*) adalah salah satu jenis sistem pengereman yang menggunakan kaliper untuk mendorong sepasang bantalan ke cakram atau rotor untuk menghasilkan gesekan sehingga dapat memperlambat atau menghentikan pergerakan roda kendaraan. Rem cakram terdiri dari berbagai komponen penting yang memiliki tugas masing-masing untuk membantu menghentikan laju kendaraan. Beberapa di antaranya seperti:

- a. Kaliper yaitu komponen yang berfungsi menjepit kampas rem di bagian piringan cakram sehingga menghasilkan gesekan yang dapat memperlambat atau menghentikan pergerakan roda.
- b. Kampas rem yaitu untuk menekan bagian piringan cakram sehingga dapat memberikannya gesek yang bisa menghentikan putaran rem cakram.
- c. Master silinder yaitu berfungsi untuk mengubah tekanan dari pedal rem menjadi tekanan hidrolik pada minyak rem.
- d. Piringan cakram yaitu komponen ini berfungsi untuk menerima tekanan dari kampas rem, kemudian akan meneruskannya pada poros roda sehingga putaran roda dapat berhenti. Perlu Anda ketahui, saat ini beberapa mobil sudah memakai sistem pengereman cakram pada roda depan dan belakang. Pada umumnya, rem cakram depan akan menggunakan *tipe ventilated disc brake* rotor. Sedangkan di roda belakang menggunakan rem cakram tipe *solid disc brake* rotor.

Sistem pengereman ini bekerja dengan prinsip menghasilkan gesekan yang bisa mengubah energi kinetik menjadi energi panas untuk memperlambat atau menghentikan pergerakan roda kendaraan. Perubahan energi tersebut dilakukan dengan menggesek bidang yang berputar dengan bidang yang diam. Pada rem

cakram, gesekan dua bidang tersebut dilakukan dengan metode jepitan. Bidang yang berputar disebut rotor atau cakram, sedangkan bidang yang diam disebut dengan kampas rem. Saat rem bekerja, maka dua buah kampas rem akan menjepit rotor yang berputar sehingga terjadilah proses pengereman, agar anda bisa lebih memahami bagaimana cara kerja rem cakram, berikut kami sajikan penjelasannya untuk anda. Namun mengingat kendaraan bermotor seperti mobil penumpang umumnya menggunakan sistem kontrol hidrolis, maka kami hanya akan menjelaskan cara kerja rem cakram hidrolis.

1. Saat pedal rem diinjak

Saat anda menginjak pedal rem mobil, maka tekanan hidrolis dari master silinder akan dihasilkan. Tekanan hidrolis tersebut akan ditransmisikan melalui sistem rem ke kaliper rem. Selanjutnya pada kaliper rem tekanan hidrolis akan digunakan untuk menggerakkan piston yang ada di dalam kaliper. Gerakan tersebut kemudian akan mendorong dua buah kampas rem untuk menjepit rotor yang sedang berputar. Dari proses ini, rotor akan berhenti berputar karena terhambat oleh kampas rem yang telah menjepitnya. Efek dari jepitan ini kemudian juga akan menghasilkan panas karena gesekan.

2. Saat pedal rem dilepas

Saat anda melepas pedal rem, maka tekanan hidrolis yang sebelumnya ada di dalam sistem rem akan menghilang. Hal ini terjadi karena daya dorong pada kampas rem berasal dari kekuatan injakan kaki pada pedal rem. Dengan demikian, maka rotor bisa terbebas dan dapat kembali berputar.

Jenis kaliper rem cakram perlu anda ketahui bahwa kaliper rem cakram terdiri dari dua jenis dengan cara kerja berbeda seperti berikut:

1. *Floating* Kaliper

Floating kaliper adalah jenis kaliper rem yang posisinya berada di bagian *brake support* kaliper. Tipe kaliper ini nantinya dapat bergeser dan bergerak ke bagian kiri atau kanan. Selain itu, pada kaliper *floating*, piston rem hanya tersedia untuk satu sisi saja.

Kelebihan *floating* kaliper adalah dimensinya yang kecil dan ringan. Meskipun demikian, tipe kaliper ini memiliki kekurangan yakni pengereman yang kurang pakem karena kampas rem ditekan hanya pada satu sisi saja. Tipe ini biasanya banyak digunakan pada kendaraan ringan seperti MPV, SUV, dan sepeda motor.

2. *Fixed* Kaliper

Fixed kaliper adalah jenis kaliper rem yang posisinya menyatu dengan *brake support* kaliper. Kaliper ini disebut *fixed* kaliper karena posisinya tidak akan berubah meskipun terjadi perubahan gaya pengereman.

Perlu diketahui bahwa pada jenis *fixed* kaliper ini piston terdapat di kedua sisi kaliper yang dapat menekan kampas rem secara berbarengan dengan tekanan yang sama sehingga kemampuan pengeremannya lebih pakem. Oleh karena itu, *fixed* kaliper banyak digunakan pada mobil performa tinggi contohnya seperti *big SUV* dan mobil *off road*.

Merupakan kaliper yang posisinya menyatu dengan *brake support caliper* dan terhubung langsung dengan *steering knuckle*. Hal ini membuat *fixed caliper* tetap diam dan bekerja menekan kampas rem di bagian piston remnya saja.

2.7.2. Rem Tromol

Selanjutnya yaitu rem tromol yang terletak di bagian dalam roda dan

bekerja dengan menggunakan tekanan hidrolik untuk menekan bantalan rem ke drum. Selain itu, prinsip kerjanya juga melibatkan perubahan energi kinetik menjadi energi panas.

Jenis rem ini umumnya digunakan pada roda belakang. Namun pada beberapa mobil keluaran terbaru, digunakan kombinasi rem cakram di bagian depan dan rem tromol di bagian belakang untuk memberikan pengereman yang lebih optimal. Rem tromol merupakan salah satu tipe rem yang biasanya digunakan dalam kendaraan roda dua atau roda empat.

Cara kerja rem tromol pada sepeda motor dan mobil hampir sama. Rem tromol pada mobil biasanya menggunakan sistem hidrolik. Jenis rem ini mempunyai arah gesekan yang sama-sama berjauhan, sehingga tromol yang sudah terhubung dan terpasang pada roda diletakkan di luar kampas rem.

Salah satu kelebihan dari rem tromol merupakan komponen yang tertutup, sehingga debu dan kotoran tidak mudah menempel. Tentu saja hal ini akan memudahkan Anda saat melakukan pembersihan sehingga perawatan sistem rem tromol mobil pun lebih mudah. Pengereman juga lebih lembut jika dibandingkan dengan rem cakram.

Adapun fungsi rem tromol di antaranya memperlambat dan menghentikan laju kendaraan secara lebih aman dan halus. Proses pengereman ini akan mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan dan tidak membahayakan pengendara. Selain itu, rem tromol dapat menahan kendaraan untuk tetap diam pada permukaan kendaraan yang tidak rata. Tidak heran jika rem tromol ini banyak digunakan terutama saat memarkir kendaraan.

Selain itu terdapat beragam komponen rem tromol yang ada. Anda harus

tahu barisan komponen ini agar mengetahui sistem kerja rem tromol lebih lanjut. Lebih tepatnya ada sembilan komponen rem tromol yang harus anda ketahui. Mobil menjadi salah satu kendaraan yang banyak komponen penting untuk perjalanan, salah satunya rem. Ada 2 tipe rem yang paling populer, yakni rem cakram dan rem tromol. Keduanya memiliki fungsi yang sama, namun desain dan sistem kerjanya berbeda.

Rem tromol merupakan tipe rem kendaraan yang menggunakan gesekan antara kampas dengan tromol. Jenis rem ini mempunyai arah gesekan yang sama-sama berjauhan sehingga tromol yang sudah tersambung dan terpasang pada roda diletakkan pada samping luar dari dua kampas rem. Salah satu kelebihan yang dimiliki jenis rem ini yakni perangkat yang tertutup sehingga debu atau kotoran tidak mudah menempel.

Tentu saja hal ini akan memudahkan pembersihan. Pengereman juga cenderung lebih lembut jika dibandingkan dengan rem cakram. Dari berbagai kelebihannya tersebut, tentunya rem tromol mempunyai berbagai fungsi penting bagi kendaraan mobil. Berikut fungsi penting yang dimaksud adalah :

1. Rem tromol dapat mengurangi laju kendaraan sehingga kendaraan dapat berhenti dengan lebih aman dan halus. Hal ini tentu saja akan mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan dan tidak membahayakan pengendara.
2. Rem tromol mobil dapat menahan kendaraan untuk tetap diam pada permukaan yang tidak rata. Tidak mengherankan jika rem tromol ini banyak digunakan pada saat memarkir kendaraan.

2.8 *Backing Plate*

Dengan bentuknya yang paling besar, *backing plate* adalah piringan logam

yang berada di belakang sistem rem tromol. Berbentuk cukup tipis, komponen ini berguna sebagai rangka dan pelindung bagian lainnya. Ada beragam lubang dan lekukan di dalamnya dengan fungsi berbeda-beda. Pelat pendukung komersial menyatukan seluruh sistem rem. Mereka mulai beraksi ketika pengemudi menekan pedal rem, yang memberikan tekanan pada cairan hidrolik yang ditemukan di saluran rem. Saat cairan hidrolik memasuki silinder rem, pistonnya terdorong keluar.

Hal ini kemudian memicu tepi luar sepatu rem bersentuhan dengan permukaan dalam tromol rem. Gesekan pada proses ini akan memperlambat kendaraan, sebelum akhirnya berhenti. Pelat pendukung komersial adalah tempat dipasangnya silinder roda. Sepatu rem kemudian dipasang dengan kuat ke unit pelat belakang, sehingga memberikan pegangan yang diperlukan untuk menghentikan kendaraan, menggunakan gesekan sebagai gaya. Pelat pendukung juga bisa merujuk pada komponen berbentuk koma dalam sistem rem cakram.

Dalam hal ini, sepatu rem mempunyai pelat pendukung yang terdiri dari permukaan gesekan yang terpaku atau direkatkan pada tempatnya. Pelat pendukung biasanya ditemukan dalam dua jenis - mengambang dan tetap. Pelat pendukung mengambang melibatkan pergerakan komponen masuk dan keluar, relatif terhadap rotor. Hal ini menciptakan proses yang dijelaskan di atas, di mana piston yang biasanya ditemukan di sisi dalam rotor akan mendorong seluruh pelat ketika tekanan diberikan pada rem. Hal ini membantu menciptakan gesekan di kedua sisi. Pelat pendukung tetap lebih populer (tetapi juga lebih mahal). Seperti namanya, ini tidak bergerak melainkan melihat piston disusun pada sisi berlawanan dari rotor.

2.9 Sepatu Rem dan Kampas

Sepatu rem adalah tempat untuk meletakkan kampas rem pada sistem hidrolik ini. Bentuk dari sepatu rem menyerupai lingkaran yang terdiri dari dua buah sepatu. Keduanya memiliki bentuk setengah lingkaran. Penggunaan kampas rem tentunya sangat penting untuk sistem ini. Biasanya, kampas rem terbuat dari bahan keramik organik yang sewaktu-waktu perlu diganti saat sudah menipis.

Komponen pengereman di mobil merupakan suatu sistem yang krusial. Fungsi dari sistem pengereman tadi tentunya untuk mengurangi laju kendaraan saat sedang bergerak. Salah satu komponen yang ada pada sistem pengereman adalah *brake shoe* atau sepatu rem. Sepatu rem merupakan bagian di mana kampas rem untuk tromol menempel. Perlu diingat kalau *brake shoe* dan *brake pad* itu berbeda. *Brake pad* adalah kampas rem untuk rem cakram, sedangkan *brake shoe* adalah kampas rem untuk model tromol. Fungsinya sama, yaitu untuk pengereman

2.10 Silinder Roda

Selanjutnya ada silinder roda atau *wheel cylinder* yang berfungsi untuk mengubah tekanan fluida menjadi gerakan mekanis. Ada beberapa tipe silinder roda dalam sistem rem tromol, yaitu yang menggunakan satu piston dan dua piston. Namun yang paling sering digunakan adalah tipe dua piston karena cocok untuk dipakai bersama tromol jenis *trailing* dan *leading*.

Rem tromol memiliki sistem yang menyalurkan tenaga dari pedal rem menggunakan tekanan hidrolik. Supaya sistem ini bekerja dengan baik, maka dibutuhkan komponen berupa silinder roda. Letak dari *wheel cylinder* ada di

bagian roda dan menempel di *backing plate*. Fungsi silinder roda adalah untuk meneruskan tekanan hidrolis yang berasal dari master silinder ke mekanisme pada rem tromol.

Fungsi lainnya juga untuk mengubah tenaga hidrolik menjadi mekanis sehingga kampas rem dapat bergerak. Pada saat kampas rem bergerak maka akan tercipta gesekan serta panas, hal ini akan memperlambat laju dari kendaraan. Jumlah silinder roda yang digunakan pada mobil tergantung dengan jenis rem tromol. Ada yang memiliki satu silinder tetapi ada juga yang menggunakan dua silinder.

wheel cylinder memiliki dua jenis yaitu menggunakan satu dan dua piston. Pada *wheel cylinder* yang memiliki *single* piston hanya bisa menekan kampas rem dari satu sisi saja. Jenis yang pertama ini biasanya ada pada rem tromol jenis uni servo dan duo servo. Sedangkan *wheel cylinder* yang memanfaatkan *double* piston kampas rem akan didorong dari dua sisi baik kanan dan kiri.

2.11 Return Spring

Return spring adalah komponen yang berfungsi untuk mengembalikan posisi sepatu rem setelah dipakai untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Tentunya yang ditimbulkan oleh tekanan pedal rem atau tuas. Terdapat dua buah *return spring*, yakni *upper spring* (berfungsi untuk mengembalikan posisi sepatu rem) dan *lower spring* (berfungsi menjaga posisi dua sepatu rem agar mampu menekan *adjuster*). *Return spring* adalah komponen pada rem tromol yang terbuat dari besi lentur yang dibentuk membentuk spiral. *Return spring* sendiri memiliki fungsi untuk untuk mengembalikan posisi sepatu rem setelah

proses pengereman berlangsung. Ketika pengemudi menginjak pedal rem, sepatu rem akan bergerak ke arah luar dan menempel dengan tromol rem karena kinerja dari silinder roda. Namun, ketika pengemudi melepaskan pedal rem, maka sepatu rem harus bisa kembali pada posisi semula agar tidak terjadi gesekan pada rem tromol yang dapat membahayakan pengemudi.

Berdasarkan posisi kerjanya, ada dua jenis pegas balik. Keduanya memiliki fungsi yang kurang lebih sama namun memiliki posisi yang berbeda, yaitu:

- a. Upper Spring: Pegas yang satu ini posisinya berada di sisi atas atau tepatnya di bawah silinder roda (*wheel cylinder*). Fungsi utama dari *upper spring* adalah untuk mengembalikan sepatu rem ke posisi semula.
- b. Lower Spring: Pegas yang satu ini posisinya berada di samping *brake shoe adjuster* atau setelan rem. Fungsi utama dari *lower spring* adalah untuk menjaga posisi kedua sepatu rem tromol agar bisa menekan *brake shoe adjuster*.

2.12 Brake Shoe Holder

Brake shoe holder terdiri dari beberapa bagian seperti pin yang memiliki pengunci pegas dan plat penekan. Ketika semuanya digabungkan maka menjadi satu bagian yang menempel pada *backing plate*. *Brake shoe holder* memiliki bentuk seperti pinyang terdiri dari beberapa komponen. Fungsi utama komponen rem tromol ini adalah untuk mengamankan per atau pegas yang melekat pada plat atau *backing plate*.

2.13. *Brake Shoe Adjuster*

Komponen berikutnya adalah *Brake Shoe Adjuster*. Bagian ini biasanya diletakkan di bagian bawah rem tromol. Bentuknya seperti *screw* yang bisa diatur sedemikian rupa. Bagian ini memiliki fungsi untuk menyetel celah antara kampas rem dan permukaan tromol ketika terjadi gerakan dari pedal rem atau tuas rem yang ditarik. terletak di bagian bawah rem tromol dan memiliki bentuk mirip dengan baut pada *adjuster*. Fungsi *brake shoe adjuster* adalah untuk menyetel celah atau jarak yang muncul antara kampas rem tromol dan permukaan tromol saat terjadi gerakan pada pedal rem, baik itu gerakan menekan atau menarik tuas rem.

2.14. *Parking Brake Lever*

Sesuai namanya, komponen ini berfungsi untuk membuat mobil tetap diam ketika dalam kondisi parkir. Ada dua bagian *parking brake lever* yang biasanya digunakan. Pertama *park brake lever* dan kedua *brake shoe link*. Komponen rem tromol yang selanjutnya adalah *parking brake lever*. Komponen ini hanya ditemukan pada sistem pengereman rem tromol mobil dan tidak digunakan pada sepeda motor. Dengan adanya *parking brake lever*, struktur rem tromol akan menjadi lebih kompleks. Dalam mekanisme kerja *parking brake lever*, terdapat dua tuas yang ditemui, yaitu *park brake lever* dan *brake shoe link*.

Park brake lever dirancang dengan salah satu ujungnya memiliki engsel yang terhubung dengan *brake shoe* di sisi atas, dan ujung lainnya akan dihubungkan dengan kabel rem. Sedangkan *brake shoe link* berfungsi untuk menghubungkan *park brake lever* dengan *brake shoe* yang lainnya.

2.15. *Drum Brake*

Drum brake tentu sangatlah penting sebab menjadi komponen yang paling keras karena terbuat dari baja tuang. Bentuknya yang menyerupai drum atau tabung ini berguna untuk media gesekan bersama kampas rem tromol agar roda mobil bisa berhenti saat sedang berjalan. Komponen ini mempunyai fungsi sebagai media gesekan kampas rem agar putaran roda bisa berhenti di jalan. *Drum brake* (rem tromol) adalah sistem pengereman pada mobil yang menggunakan drum besar yang dipasang di roda. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen, termasuk sepatu rem, silinder roda, pegas rem, dan mekanisme penguat rem. Ketika pedal rem ditekan, silinder roda memaksa sepatu rem untuk menekan drum, menciptakan gesekan yang memperlambat putaran roda. Drum brake umumnya digunakan di roda belakang mobil, meskipun beberapa mobil juga menggunakan *drum brake* di roda depan.

Keuntungan dari *drum brake* adalah kemampuannya untuk menahan panas dengan baik, karena drum yang besar memiliki kapasitas pendinginan yang lebih baik. Selain itu, *drum brake* biasanya lebih tahan terhadap kotoran dan air, sehingga cocok untuk kondisi jalan yang lebih ekstrem.

Namun, *drum brake* juga memiliki beberapa kelemahan. Mereka cenderung menghasilkan pengereman yang kurang responsif dan cenderung mudah terkena efek *fade* (penurunan performa pengereman akibat panas berlebih). Selain itu, dalam hal perawatan, drum brake membutuhkan penyesuaian secara periodik untuk menjaga kinerja optimalnya.

Meskipun drum brake tidak sepopuler seperti sistem pengereman cakram, namun masih banyak mobil yang menggunakan drum brake di roda belakang

sebagai pilihan yang lebih ekonomis dan sesuai dengan kebutuhan pengereman sehari-hari. Fungsi drum brake adalah untuk memperlambat atau menghentikan putaran roda mobil. Saat pedal rem ditekan, sistem *drum brake* akan menghasilkan gaya gesekan antara sepatu rem dengan drum yang terpasang di roda.

Gaya gesekan ini akan memperlambat putaran roda dan akhirnya menghentikannya. *Drum brake* juga berperan dalam menjaga stabilitas kendaraan. Saat pengereman dilakukan, distribusi gaya pengereman di antara roda dapat diatur dengan menggunakan peredam atau *valve*. Hal ini membantu mencegah roda terkunci dan meningkatkan kemampuan kendali saat pengereman. Selain itu, drum brake juga berperan dalam meredam panas yang dihasilkan selama pengereman. Drum yang besar dan konstruksinya membantu dalam menyerap dan menghilangkan panas, mencegah terjadinya *overheating* pada sistem pengereman.

2.16. *Parking Brake Cable*

Komponen rem tromol mobil yang terakhir adalah *Parking Brake Cable* atau kabel rem. Bentuknya adalah kabel baja yang berguna untuk menarik sistem rem tromol dan berfungsi menghubungkan gerakan tuas rem. Kabel ini terhubung dengan gerakan tuas rem parkir dan juga *parking brake lever* agar hasil kerja menjadi maksimal sehingga mobil bisa berhenti sempurna.

Parking brake cable atau kabel rem parkir adalah salah satu komponen penting pada sistem rem tromol mobil. Kabel ini berfungsi untuk menggerakkan *brake shoe* pada *backing plate* melalui *brake lever* saat tuas rem parkir ditarik. Dalam kata lain, saat *auto family* menarik tuas rem parkir, kabel ini akan

mentransmisikan gerakan tersebut ke *brake shoe*, yang kemudian akan menekan drum rem dan menghentikan putaran roda belakang. Fungsi *parking brake cable* yang paling dasar yaitu untuk menahan mobil agar tidak bergerak saat parkir. Selain itu, kabel ini juga dapat digunakan sebagai pengaman tambahan saat mobil sedang berhenti di jalan menanjak atau saat rem utama mengalami kerusakan. Ketika Anda menarik tuas rem parkir, kabel ini akan bekerja sama dengan komponen lain dalam sistem rem untuk memastikan mobil tetap diam di tempatnya.

Selain fungsi dasarnya, *parking brake cable* juga memberikan stabilitas dan pengaman tambahan dalam situasi darurat. Saat *auto family* memarkir mobil di tanjakan, kabel ini akan menjaga mobil daribergeser mundur. Jika rem utama mengalami kerusakan, anda dapat mengandalkan rem parkir untuk memperlambat atau menghentikan mobil secara keseluruhan.

2.17. Rem darurat

Sesuai namanya, rem ini digunakan untuk situasi darurat, dan biasa juga dikenal sebagai rem tangan atau rem parkir. Rem ini bekerja melalui kabel yang terhubung ke pedal rem tangan atau tuas rem. Fungsi yang pertama, rem darurat digunakan untuk mengunci roda ketika kendaraan diparkir agar tetap diam. Selain itu, rem darurat juga berfungsi sebagai alternatif saat master rem utama mengalami gangguan atau kegagalan pada dasarnya adalah sistem sekunder yang bekerja secara independen dari rem primer.

Saat mengemudi, rem ini membantu pengemudi mendapatkan kembali kendali atas mobilnya dalam kasus ekstrim. Ini adalah salah satu fitur keselamatan

penting di mobil anda dan dapat digunakan secara signifikan dalam berbagai skenario selain sekadar parkir. Pengemudi harus mengetahui kapan harus menggunakan rem darurat di dalam mobil dan bagaimana caranya. Meskipun penggunaan rem ini diajarkan dalam pelajaran mengemudi, namun rem ini tidak perlu digunakan kecuali saat memarkir mobil terlepas dari kenyataan tersebut, kita harus selalu tahu kapan rem ini bisa menjadi salah satu fitur keselamatan terpenting di mobil anda.

2.18 Rem ABS

Terakhir yaitu rem ABS (*Anti-lock Braking System*), dirancang untuk mencegah roda terkunci saat pengereman mendadak. Sistem ABS bekerja dengan memodulasi tekanan hidrolik setiap roda untuk menjaga roda tetap berputar selama pengereman. Hal ini membantu pengemudi untuk tetap mengendalikan kendaraan dan mengurangi risiko tergelincir atau kehilangan kendali. Jadi, sistem rem ini sangat berguna saat mengemudi di permukaan jalan yang licin atau dalam situasi darurat lainnya. Fitur ABS atau *Anti-lock Braking System*. Secara sederhana, ABS adalah sistem pengereman yang mencegah kendaraan mengunci roda saat anda mengerem mendadak. Sistem pengereman seperti ini dulu diterapkan pada pesawat terbang saja.

Namun, kini juga sudah diadopsi pada kendaraan yang lebih kecil seperti mobil. Pada mobil model lama atau yang tidak menggunakan sistem ABS, roda akan otomatis mengunci saat Anda mengerem mendadak. Hal ini tentu berbahaya karena Anda akan kehilangan kontrol kemudi. Oleh karena itu sistem ABS tidak ada dalam komponen rem tromol lain halnya saat mobil Anda memiliki

pengereman ABS, laju kendaraan akan tetap stabil meski saat mengerem mendadak pada sebagian besar mobil baru akan membantu menjaga traksi roda dengan jalan ketika pengemudi melakukan pengereman, mencegah terkunci pada ban kendaraan, dan membantu mengendalikan kendaraan saat pengereman mendadak yang tidak terkontrol. Baik ketika mengemudi dengan kecepatan tinggi maupun di jalan yang licin, pengereman mendadak biasanya harus dihindari.

Namun, dalam situasi tertentu seperti ketika ada orang yang melintas, terkadang pengemudi harus melakukan pengereman secara tiba-tiba. Dalam keadaan seperti ini, kendaraan bisa sulit untuk dikendalikan. Dengan adanya teknologi ABS (*Anti-lock Braking System*), Anda dapat lebih mudah mengendalikan mobil saat melakukan pengereman mendadak. Mana yang lebih kompleks rem dengan ABS atau tanpa ABS? Rem ABS adalah jawabannya. Mencegah mobil mengunci roda saat mengerem mendadak jelas membutuhkan beberapa komponen tambahan.

Adanya komponen-komponen tambahan ini pun membuat cara kerja rem ABS lebih kompleks jika dibandingkan dengan rem konvensional. Pada rem sistem ABS, saat anda tiba-tiba mengerem, sensor akan langsung mendeteksi gerakan mobil. Sensor ini kemudian akan langsung terhubung pada piston rem. Dari sini, piston rem akan mengembalikan tekanan pada kondisi normal. Begitu roda berputar kembali, piston akan mengeraskan tekanan rem. Seluruh proses tersebut tidak memakan waktu lama. Sistem pengereman ABS membutuhkan waktu sekitar 15 detik saja untuk bekerja. Dengan begitu, *auto family* bisa mendapatkan kendali mobil kembali setelah melakukan pengereman. Risiko terjadi kecelakaan pun relatif jauh lebih kecil daripada rem mobil konvensional.

2.19 Gaya gesek

Gaya gesek adalah gaya yang berlawanan arah dengan arah gerak benda. Gaya ini terjadi karena sentuhan benda dengan bidang lintasan akan membuat gesekan antara keduanya saat benda akan mulai bergerak hingga benda bergerak. Besarnya gaya ini ditentukan berdasarkan kekasaran permukaan kedua bidang yang bersentuhan, jadi semakin kasar permukaan suatu bidang maka nilai gaya geseknya akan semakin besar. Gaya gesek merupakan gaya yang bekerja akibat adanya sentuhan dari dua permukaan benda.

Gaya ini bekerja berlawanan arah dengan arah gerak benda. Gaya gesek dapat terjadi karena sentuhan antara permukaan benda dengan bidang lintasan. Maka ketika benda bergerak, maka akan terbentuk gesekan di antara keduanya. Contoh gaya gesek misalnya saat kamu mendorong meja atau benda yang lain. Jika permukaan suatu objek kasar, maka gaya gesek bisa semakin besar, dan sebaliknya. Maka nilai besar dan kecilnya gaya gesek benda dipengaruhi kasar atau licin suatu permukaan benda lainnya.

Ada dua jenis utama gaya gesekan yaitu statis dan kinetis, menurut jurnal *The Physics Teacher*. Gesekan statis bekerja antara dua permukaan yang tidak bergerak relatif satu sama lain, sedangkan gesekan kinetis bekerja di antara benda-benda yang bergerak. Berikut penjelasan lengkap dan rumusnya. Gaya ini bekerja saat permukaan kedua benda bersentuhan tidak saling bergeser. Jadi besarnya gaya statis dapat kita ketahui dari hasil koefisiensi gesek statis dikali gaya normal benda. Berikut rumus gaya gesek statis:

$$f_s = \mu_s \times N \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan:

f_s = Besaran gaya gesek statis (N)

μ_s = koefisien gesek statis (N)

N = gaya normal (N).

Koefisien gaya gesek adalah besaran yang dipengaruhi kekasaran kedua permukaan benda yang bersentuhan. Biasanya koefisien gaya gesek statis lebih besar daripada gaya gesek kinetis.

2.19.1. Gaya gesek statis

Gaya Gesek Statis adalah gaya yang bekerja saat benda diam hingga tepat saat benda akan bergerak. Sebagai contoh, GGS dapat mencegah kamu untuk tergelincir dari tempat kamu berpijak. GGS juga dapat mencegah benda meluncur ke bawah pada bidang miring. Besar GGS merupakan hasil perkalian antara koefisien gesek statis dengan gaya normal benda. Koefisien gesek merupakan besaran yang bergantung pada kekasaran kedua permukaan bidang yang bersentuhan. Koefisien gesek statis dinotasikan dengan μ_s . Gaya ini bekerja saat permukaan kedua benda bersentuhan tidak saling bergeser. Jadi besarnya gaya statis dapat kita ketahui dari hasil koefisiensi gesek statis dikali gaya normal benda. Berikut rumus gaya gesek statis :

$$f_s = \mu_s \times N \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan:

f_s = Besaran gaya gesek statis (N)

μ_s = koefisien gesek statis (N)

N = gaya normal (N)

Koefisien gaya gesek adalah besaran yang dipengaruhi kekasaran kedua permukaan benda yang bersentuhan. Biasanya koefisien gaya gesek statis lebih

besar daripada gaya gesek kinetis.

2.19.2. Gaya gesek kinetis

Gaya gesek kinetis adalah gaya yang bekerja saat benda bergerak. Saat benda diam hingga tepat akan bergerak, gaya yang bekerja adalah GGS. Lalu, saat benda mulai bergerak maka gaya yang bekerja adalah GGK. Jika tidak terdapat GGK, maka suatu benda yang diberi gaya akan selalu melaju dan tidak akan berhenti karena tidak ada gaya gesek yang melambatkannya, seperti di luar angkasa sama seperti GGS, nilai GGK merupakan hasil perkalian antara koefisien geseknya dengan gaya normal benda. Koefisien gesek kinetis dinotasikan dengan μ_k . Biasanya, nilai koefisien gesek kinetis selalu lebih kecil dari koefisien gesek statis untuk material yang sama. Jenis gaya ini bekerja saat permukaan benda yang bersentuhan saling bergerak. Kebalikan dari gaya gesek statis, gaya gesek kinetik berlaku pada benda yang bergerak. Berikut rumus gaya gesek kinetis yaitu:

$$f_k = \mu_k \times N \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan:

f_k = Besaran gaya gesek kinetis (N)

μ_k = koefisien gesek kinetis (N)

N = gaya normal (N)

Gaya gesek statis merupakan gesekan yang terjadi antara dua benda padat, yang tidak bergerak secara relatif satu sama lainnya. Gaya gesek statis terjadi pada saat suatu benda meluncur ke bawah pada bidang miring. Gaya gesek kinetis atau dinamis terjadi ketika dua benda bergerak relatif satu sama lainnya dan saling bergesekan. Koefisien gesek kinetik pada umumnya dinotasikan dengan μ_k dan

biasanya selalu lebih kecil dari gaya gesek statis pada material yang sama. Jenis gaya gesek selanjutnya adalah gaya gesek kinetik. Gaya gesek kinetik adalah gaya gesek yang bekerja pada dua permukaan benda yang bergerak dan bergesekan satu sama lain. gaya gesek kinetik menentang gerakan benda dan mencoba untuk mengurangi kecepatan benda yang saling bergesekan. Artinya, gaya gesek kinetik terus bekerja untuk memperlambat laju dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya gesek kinetik memiliki koefisien gesekan kinetik yang lebih kecil daripada koefisien gesekan statis.

gaya gesek kinetik menentang gerakan benda dan mencoba untuk mengurangi kecepatan benda yang saling bergesekan. Artinya, gaya gesek kinetik terus bekerja untuk memperlambat laju dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya gesek kinetik memiliki koefisien gesekan kinetik yang lebih kecil daripada koefisien gesekan statis. Contoh gaya gesek kinetik adalah benda yang bergerak terhadap suatu permukaan. Misalnya, bola sepak yang sedang bergulir. Bola sepak yang bergulir mendapatkan gaya gesek kinetik dari permukaan tempatnya bergulir. Bola tersebut akan terus mendapatkan gaya gesek kinetik yang mengurangi kecepatannya. Hingga pada suatu titik, bola akan berhenti bergulir dan gaya gesek kinetiknya pun berhenti. Pada saat bola tersebut diam di atas lapangan, gaya gesek statislah yang bekerja membuatnya tetap diam. Bola sepak akan terus mengalami gaya gesek statis hingga diberikan gaya dari tendangan seorang pemain bola. Gaya tersebut membuat bola kembali bergerak dan kembali mengalami gaya gesek kinetik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian tugas akhir di laksanakan di bengkel PT. Astra Internasional Toyota Pancing No.10 Indra Kasih Medan Kecamatan Medan Tembung.

Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian.

No		Kegiatan	Waktu (Bulan)								
			Agus	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	
1		Studi Literatur	■	■							
2		Penyusunan Proposal	■	■	■						
3		Seminar Proposal		■	■	■	■				
5		Pengujian Nilai Kalor			■	■	■	■			
6		Pengumpulan Data			■	■	■	■			
7		Analisa Data			■	■	■	■			
8		Laporan Penulisan						■	■		
9		Seminar Hasil							■		
10		Perbaikan								■	
11		Ujian Sidang								■	

3.2. Alat dan Bahan

Saya mempunyai alat dan bahan yang dapat saya gunakan. Berikut penjelasan, manfaat dan kegunaan alat dan bahan yang saya gunakan.

3.2.1. Mesin Pro-Cut

Pembubutan rem cakram merupakan suatu proses dimana bagian-bagian cakram rem atau cakram rem mobil diputar baik depan maupun belakang dengan menggunakan alat khusus. Sehingga prosesnya tidak memakan waktu lama

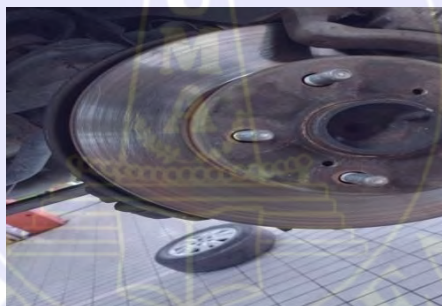
dibandingkan melepas rem cakram pada umumnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3. 1. Mesin Pro-Cut.

3.2.2. Piringan Cakram

Rem cakram atau *disc brake* merupakan bagian dari rem cakram yang dihubungkan langsung dengan poros yang mengikuti putaran roda.



Gambar 3. 2. Piringan cakram.

3.2.3. Mata Pisau

Mata Pisau adalah suatu alat mesin *Pro-Cut* yang dirancang untuk memotong, mengiris, suatu permukaan atau bahan tertentu



Gambar 3. 3. Mata Pisau.

3.2.4. Jangka Sorong

Jangka sorong merupakan alat ukur dengan ketelitian 0,05 mm seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 4. Jangka sorong.

3.3. Thermometer digital dan *Thermo Couple* Tipe K

Termokopel adalah sensor suhu yang digunakan pada dua jenis konduktor logam, kedua ujungnya dihubungkan untuk menghasilkan efek termoelektrik. Termokopel tipe k ini dapat menangani pengukuran suhu dari -200°C hingga 1250°C seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5 dan 3.6.



Gambar 3. 5. Display dan sensor suhu.



Gambar 3. 6. Thermometer digital.

3.4. Prosedur Penelitian

Penelitian yang dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Pengecekan secara Visual atau secara teknikal
2. Membuka Roda dan Caliper Cakram
3. Memasang Mesin *Pro-Cut*
4. Melakukan Penyetelan dan Menghidupkan Mesin
5. Proses di Tunggu Selama 5-10 Menit

3.5. Variabel yang di amati

Adapun beberapa *variable* yang diamati yaitu :

3.5.1. Suhu *Disc brake*

Rem cakram atau *disc brake* merupakan salah satu sistem pengereman padasebuahmobil. Konsep kerjanya menggunakan komponen tambahan berupa cakram atau cakram yang dijepit oleh dua bantalanremuntuk memperlambat putaran ban. Adapun suhu *disc brake* yang baik adalah suhu dalam ke adaan dingin.

3.5.2. Suhu Udara

Suhu harus diatur antara 20 – 24,5 derajat celcius, suhu ini baik karna tidak terlalu dingin atau terlalu panas.

3.5.3. Mata Pisau

Adapun mata pisau bubut yg di gunakan untuk mengikis bagian *disc brake* menggunakan mata pisau terbuat dari berlian berjenis *pro cut*.

3.5.4. Putaran Mesin

Rpm mesin yang digunakan saat melakukan pembubutan sebaiknya

menggunakan kecepatan 2850 rpm.

3.5.5. Volt

Volt berfungsi sebagai transformator yang mengatur tegangan agar sesuai dengan voltase yang di perlukan mesin adalah 230 Volt.

3.5.6. Alat atau mesin

Alat yang digunakan saat proses pembubutan berjenis mesin bubut *Pro cut*.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengamatan dan pengujian difusi panas dengan metode rotasi abrasif, dapat disimpulkan: berdasarkan analisis hasil pengukuran difusi panas yang dilakukan, ternyata benda uji yang terbuat dari baja intan campuran mempunyai daya rekat yang lebih kecil. Adhesi panas nilai penyebaran terhadap konduktivitas termal (q/k) dibandingkan dengan bilah non-berlian.

5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian tentang menghitung kecepatan potong untuk meminimalisir pengikisan terhadap permukaan disc (cakram).
2. Perlu adanya penelitian tentang koefisien nilai kalor terhadap kecepatan potong pada permukaan *disc*.

DAFTAR PUSTAKA

- Faruk and kamiran, “analisis pengaruh aliran turbulen terhadap karakteristik lapisan batas pada pelat datar panas,” j. Sains dan seni, vol. 1, no. 1, pp. 57–60, 2017.
- Irawati, c. Huda, and w. Kurniawan, “pengembangan alat peraga perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi dalam satu set alat berbasis digital,” 5th lontar phys. Forum 2019, pp. 86–91, 2019,
- Jalaluddin, s. Akmal, n. Za, and i. Ibrahim, “analisa laju korosi baja karbon st-37 dalam larutan asam sulfat dengan penambahan inhibitor ekstrak daun tembakau,” j. Teknol. Kim. Unimal, vol. 8, no. 2, p. 53, 2020, doi: 10.29103/jtku.v8i2.2682.
- Walujodjati, “perpindahan panas konveksi paksa,” j. Ilm. Momentum, vol. 2, no. 2, pp. 21–24, 2006.
- Widyanto, j. T. Mesin, f. Teknik, u. Wahid, j. Teknik, and m. Universitas, “studi perilaku tekanan kontak pada pemodelan keausan *running-in* dan *steady state* dengan pengujian pin-on-disc,” no. 1989, pp. 55–60, 2011.