

TUGAS AKHIR

PEMBUATAN KAMPAS REM SEPEDA MOTOR BERBAHAN KOMPOSIT SERBUK ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN SERBUK BESI (FERRO)

*Diajukan Untuk Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MHD FAHRIZAL ANANDA
2007230044



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Mhd Fahrizal Ananda

Npm : 2007230044

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit
Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Besi (Ferro)

Bidang Ilmu : Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 07 Maret 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



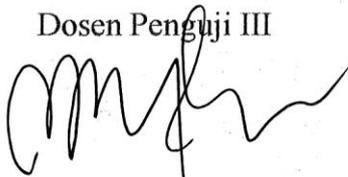
Dr. Khairul Umurani, S.T.,M.T

Dosen Penguji II.



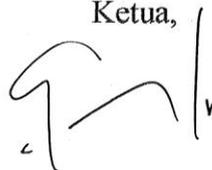
Chandra A Siregar S.T.,M.T

Dosen Penguji III



M. Yani S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Mhd Fahrizal Ananda

Tempat Tanggal Lahir : Saentis, 23 Juli 2001

Npm : 2007230044

Fakultas : Teknik

Progam Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul:

“Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Besi (Ferro)”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Medan, 06 Maret 2025



Mhd Fahrizal Ananda

ABSTRAK

Kampas rem merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam sebuah kendaraan yang berfungsi memperlambat bahkan menghentikan kecepatan pada saat terjadi ancaman kecelakaan akibat laju kendaraan yang tidak terkontrol oleh pengendara. Pada zaman modern pabrikan sepeda motor lebih memilih sistem pengereman tipe cakram (disc brake). Umumnya kampas rem dibuat dari bahan asbes, dan non-asbes, namun bahan komposit merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan untuk pembuatan kampas rem. Bahan komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu bentuk unit mikroskopik gabungan antara pengisi dan matrik. Salah satu bahan komposit yang dapat diolah menjadi bahan kampas rem adalah tempurung kelapa yang dibuat menjadi serbuk arang, serbuk arang tempurung kelapa dipilih karena dapat mengurangi keausan, dan juga supaya mudah di bentuk saat proses pencetakan kampas rem. Tempurung kelapa sendiri sangat banyak dijumpai di sekitar kita Terutama di daerah pesisir percut sei tuan, sumatra utara. Bahan lain yang juga digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk besi, serbuk besi didapat dari hasil sisa pengkorteran silinder sepeda motor, yang dimana limbah tersebut melimpah di bengkel bubut. Penelitian ini dilakukan pada tempat dan waktu yang telah ditentukan untuk menunjang keberlanjutan penelitian. Prosedur percobaan pengujian bahan kampas rem berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi ini dilakukan dengan menggunakan alat Tribometer pin on disc. Pengujian dilakukan dengan menggunakan variasi gaya tekanan 1000 gr, 1350 RPM, waktu 60 detik, radius pin (r) 50mm dan jarak sliding (X) 67500. Tingkat keausan yang terjadi pada bahan komposit kampas rem ini bergantung pada komposisi bahan yang dimasukkan.

Kata kunci: Kampas Rem, Komposit, Arang, Keausan

ABSTRACT

Brake pads are a very important component in a vehicle which functions to slow down or even stop speed when there is a threat of an accident due to the vehicle's speed being uncontrolled by the driver. In modern times, motorcycle manufacturers prefer disc brake systems. Generally, brake linings are made from asbestos and non-asbestos materials, but composite materials are an alternative material that can be used to make brake linings. Composite materials are a combination of two or more different materials to form a microscopic unit combined between filler and matrix. One of the composite materials that can be processed into brake lining material is coconut shell which is made into charcoal powder. Coconut shell charcoal powder was chosen because it can reduce wear and tear, and is also easy to shape during the brake lining molding process. Coconut shells are often found around us, especially in the coastal area of Percut Sei Tuan, North Sumatra. Another material used in this research is iron powder. Iron powder is obtained from the waste from corroding motorbike cylinders, which is abundant in lathe workshops. This research was conducted at a predetermined place and time to support the sustainability of the research. The experimental procedure for testing brake lining material made from a composite of coconut shell charcoal powder and iron powder was carried out using a pin on disc tribometer. The test was carried out using variations in pressure force of 1000 gr, 1350 RPM, time 60 seconds, pin radius (r) 50mm and sliding distance (X) 67500. The level of wear that occurs on this brake lining composite material depends on the composition of the material included.

Keywords: Brake pads, Composite, Charcoal, Wear

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Besi (Ferro)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak M. Yani S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T, M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik mesin kepada penulis.
5. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Orang tua penulis Bapak Wahyu Daniel dan Ibu Paena, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Sahabat-sahabat penulis: Didi Mei Sandi, Akbar Maulana, Hafiz dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
8. Saudari Efri Liana Dewi, terima kasih telah menemani dan memberikan bantuan serta mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat kepada penulis selama menyelesaikan pendidikan.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Teknik Mesin.

Medan, 06 Maret 2025

Mhd Fahrizal Ananda

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Teori Dasar Sistem Pengereman	4
2.2 Definisi Rem Sepeda Motor	5
2.3 Jenis Jenis Rem	5
2.3.1 Rem Cakram (Disc Brake)	6
2.3.2 Rem Tromol (Drum Brake)	7
2.4 Komponen Sistem Pengereman	8
2.4.1 Komponen Komponen Pengereman Tipe Cakram	8
2.4.2 Komponen Komponen Pengereman Tipe Tromol	9
2.5 Pengertian Kampas Rem	11
2.6 Sifat Bahan Pembentuk Kampas Rem	12
2.7 Pengertian Bahan Komposit	13
2.8 Kampas Rem Berbahan Komposit	13
2.8.1 Keausan	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat Dan Waktu	16
3.1.1 Tempat Pelaksanaan Penelitian	16
3.1.2 Waktu Pelaksanaan penelitian	16
3.2 Alat Dan Bahan	16
3.2.1 Alat	17
3.2.2 Bahan	22
3.3 Diagram Alir Penelitian	27
3.4 Rancangan Kampas Rem	28
3.5 Prosedur Penelitian	28
3.6 Pembuatan Kampas Rem	29
3.7 Pengujian Kampas Rem	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Proses Pembuatan Kampas Rem	32
4.2 Prosedur Penelitian	46

4.2.1	Menimbang komposisi Bahan	46
4.2.2	Benda Uji	48
4.3	Data Hasil Pengujian Bahan Komposit Kampas Rem	50
4.4	Tabel Dan Grafik Massa Hilang Kampas Rem	52
4.5	Tabel Dan Grafik Keausan Kampas Rem	54
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		
LEMBAR ASISTENSI		
SURAT PENENTUAN TUGAS AKHIR		
BERITA ACARA HADIR SEMINAR		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Pengereman ABS	4
Gambar 2.2 Sistem Pengereman CBS	5
Gambar 2.3 Cara Kerja Rem Cakram	6
Gambar 2.4 Cara Kerja Rem Tromol	7
Gambar 3.1 Dongkrak hidrolik	17
Gambar 3.2 Mesin Tribometer pin on disc	17
Gambar 3.3 Cetakan Atau Mal Kampas Rem	18
Gambar 3.4 Sekrap	18
Gambar 3.5 Neraca Digital	19
Gambar 3.6 Alat Pemanas	19
Gambar 3.7 Kuas	20
Gambar 3.8 Lesung Atau Alu	20
Gambar 3.9 Mesh	21
Gambar 3.10 Cat Semprot	21
Gambar 3.11 Serbuk Arang Tempurung Kelapa	22
Gambar 3.12 Serbuk Besi (Ferro)	23
Gambar 3.13 Serbuk Barium Sulfat	23
Gambar 3.14 Plat Kampas Rem	24
Gambar 3.15 Resin Dan Katalis	24
Gambar 3.16 Mirror Glaze	25
Gambar 3.17 Lem Dextone	25
Gambar 3.18 Soda api	26
Gambar 3.19 Rancangan kampas rem	28
Gambar 4.1 Plat Kampas Rem	32
Gambar 4.2 Merendam kampas rem dengan soda api	32
Gambar 4.3 Mengecat plat kampas rem	33
Gambar 4.4 Cetakan atau mal	33
Gambar 4.5 Mesin press hidrolik	34
Gambar 4.6 Wadah atau gelas	34
Gambar 4.7 Sendok	35
Gambar 4.8 Neraca digital	35
Gambar 4.9 Kuas	36
Gambar 4.10 Sekrap	36
Gambar 4.11 Arang tempurung kelapa	37
Gambar 4.12 Serbuk besi	37
Gambar 4.13 Serbuk barium sulfat	38
Gambar 4.14 Plat kampas rem setelah dibersihkan	38
Gambar 4.15 Resin	39
Gambar 4.16 Katalis	39
Gambar 4.17 Mirror glaze	40
Gambar 4.18 Menghaluskan arang tempurung kelapa	40
Gambar 4.19 Menyaring arang tempurung kelapa	41
Gambar 4.20 Menimbang bahan	41
Gambar 4.21 Menimbang plat kampas rem	42
Gambar 4.22 Mempersiapkan cetakan	42
Gambar 4.23 Memasukkan plat kedalam cetakan	43

Gambar 4.24 Mencampurkan semua bahan	43
Gambar 4.25 Memasukan adonan kedalam cetakan	44
Gambar 4.26 Proses kompaksi atau penekanan	44
Gambar 4.27 Melepaskan cetakan	45
Gambar 4.28 Proses sintering atau pemanasan	45
Gambar 4.29 Kampas rem dengan massa yang sudah dikeringkan	46
Gambar 4.30 Komposisi serbuk barium sulfat	47
Gambar 4.31 Komposisi serbuk besi	47
Gambar 4.32 Komposisi serbuk arang tempurung kelapa	48
Gambar 4.33 Komposisi resin dan katalis	48
Gambar 4.34 Benda uji komposisi 1	49
Gambar 4.35 Benda uji komposisi 2	49
Gambar 4.36 Benda uji komposisi 3	50
Gambar 4.37 Benda uji komersil	50
Gambar 4.38 Grafik massa hilang kampas rem	53
Gambar 4.39 Grafik keausan kampas rem	55

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Dan Kegiatan Penelitian	16
Tabel 3.2 Komposisi Dan Perbandingan Bahan	29
Tabel 4.1 Data hasil uji gesek kampas rem	52
Tabel 4.2 Massa hilang kampas rem	53
Tabel 4.3 Keausan kampas rem	54

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
W	Laju Keausan	$\text{g}/\text{mm}^2 \cdot \text{detik}$
A	Luas Keausan	mm^2
m0	Massa Awal sebelum keausan	g
m1	Massa Akhir sebelum keausan	g
t	Waktu/Lama Keausan	detik
X	Jarak Sliding	mm
r	Radius Pin	mm
F	Beban	N
RPM	Rotation Per Menit	Putaran

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengguna sepeda motor di Indonesia setiap tahun meningkat, sebab Sepeda motor dianggap paling efektif dan efisien ditengah keterbatasan infrastruktur jalan. Seiring dengan meningkatnya tipe dan jumlah kendaraan bermotor, kebutuhan akan suku cadang kendaraan juga meningkat.(Aminur, 2021). Salah satu part sepeda motor yang sangat penting adalah Kampas rem. Pada umumnya material kampas rem terbagi menjadi dua jenis, Asbestos dan non-asbestos. Kampas rem yang terbuat dari asbestos kurang ramah lingkungan. Sedangkan bahan kampas rem yang terbuat dari non-asbes hanya memanfaatkan serat-serat alam, yang memiliki karakteristik yang baik dan harga yang relatif murah dan ramah lingkungan. Salah satu bahan non asbes yang bisa dijadikan untuk bahan baku kampas rem adalah bahan komposit.

Bahan kampas rem dari komposit tentunya lebih ramah lingkungan, dan juga koefisien geseknya yang baik. Salah satu bahan yang berpeluang digunakan dalam pembuatan kampas rem komposit adalah tempurung kelapa. Tempurung kelapa juga mempunyai karakteristik fisik dan mekanik yang baik, selain itu limbah tempurung kelapa juga sangat banyak dijumpai disekitar kita, terutama di daerah pesisir percut sei tuan. Limbah tempurung kelapa ini tidak terpakai dan jika ditumpuk begitu saja di suatu tempat dapat membawa pengaruh yang kurang baik bagi kelestarian lingkungan.

Bahan lain yang juga digunakan sebagai campuran pembuatan kampas rem adalah serbuk besi (ferro). Logam ferro merupakan logam yang mengandung besi (Fe) dan carbon (C) sebagai unsur dasarnya. Selain itu terdapat unsur unsur lain seperti mangan (Mn), phosphor (P), sulfur (S), dan silisium (Si). Serbuk besi dapat dimanfaatkan sebagai lapisan pada rem sepeda motor. Serbuk besi didapat dari hasil sisa pengkorteran silinder sepeda motor, yang dimana limbah tersebut sangat melimpah di bengkel bengkel bubut, akan lebih baik bila kita bisa memanfaatkannya.

Ada beberapa penyebab kecelakaan yang terjadi di jalan raya yaitu diantaranya, kecerobohan pengguna jalan raya, kondisi jalan yang buruk, serta kecelakaan yang diakibatkan oleh kondisi motor yang tidak prima, seperti lampu penerang yang kurang, dan ada juga kecelakaan yang diakibatkan rem blong. (Muhammad Mushlih Elhafid, Didik Djoko Susilo, Purwandi Joko Widodo, 2017). Maka dari itu keselamatan pada transportasi salah satunya bergantung pada sistem rem yang baik.

Setiap kendaraan memiliki dua sistem pengereman yang berada di depan dan di belakang. Umumnya rem pada roda depan menggunakan sistem pengeraman kampas cakram dan bagian belakang menggunakan sistem tromol, akan tetapi sebagian besar sepeda motor saat ini kedua-duanya menggunakan sistem pengereman kampas cakram. Setiap jenis mesin menggunakan bahan rem yang berbeda (M & Ibhadode, 2006). Kelebihan rem cakram dibandingkan dengan rem tromol adalah daya pengeremannya yang lebih maksimal (Upara & Laksono, 2019).

Kualitas kampas rem dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu komposisi bahan, jenis bahan dan kekerasan. Masalah yang sering terjadi pada kampas rem adalah keausan, dimana keausan memiliki arti sebagai rusaknya permukaan padatan akibat gesekan terhadap beban kejut dengan pengereman secara tiba-tiba atau mendadak (Mursan et al., 2014). Usaha untuk meningkatkan kinerja pengereman lebih mudah dilakukan dengan memodifikasi bahan gesek daripada memodifikasi sistem pengereman (Sutikno et al., 2008).

Dari uraian di atas maka dilakukan penelitian sebagai tugas akhir yang berjudul “Pembuatan kampas rem sepeda motor berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro)”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara membuat kampas rem sepedamotor menggunakan bahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro)
2. Bagaimana cara menguji gesekan pada kampas rem sepeda motor berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro).
3. Bagaimana tingkat keausan pada kampas rem dengan komposisi bahan yang berbeda, dan tingkat keausan pada kampas rem komersil/pabrik.

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian agar tidak menyimpang dari tujuan pembuatan , penulis perlu membatasi masalah yang akan dihitung dalam pembuatan kampas rem:

1. Hanya menggunakan satu cetakan atau mal pada pembuatan kampas rem sepeda motor, yaitu cetakan untuk kampas rem model cakram.
2. Hanya menggunakan 2 serbuk sebagai bahan utama dalam penelitian pembuatan kampas rem yaitu serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro).
3. Hanya memakai 2 contoh sampel kampas rem komersil, dan juga memakai 3 komposisi bahan yang berbeda.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk membuat kampas rem sepeda motor dengan bahan serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro).
2. Untuk mengetahui massa yang hilang pada hasil uji gesek kampas rem sepeda motor dengan bahan serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro).
3. Untuk membandingkan nilai keausan antara kampas rem berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro), dengan kampas rem komersil/pabrikan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui cara pembuatan kampas rem sepeda motor, dengan bahan serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro).
2. Dapat mengetahui cara pengerjaan pada saat proses pencetakan kampas rem.
3. Dapat mengetahui perbandingan antara kampas rem berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro), dengan kampas rem komersil/pabrikan.

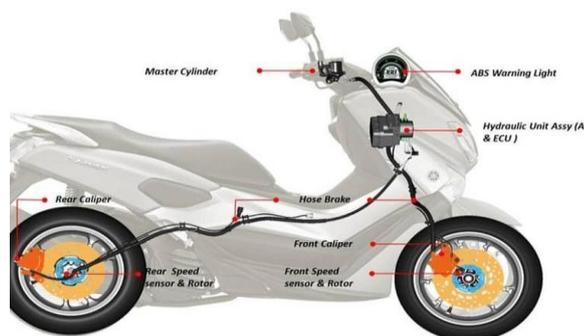
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar Sistem Pengereman

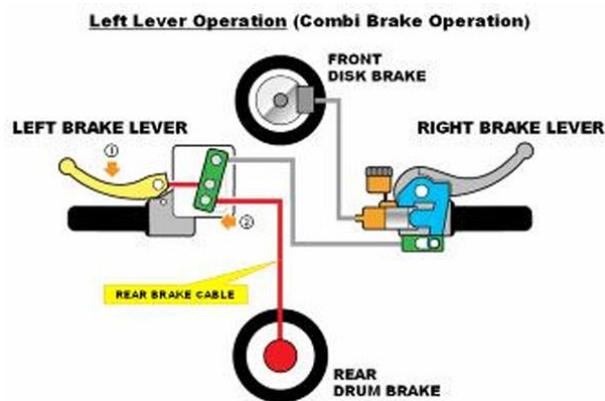
Sistem pengereman (Brake System) adalah sebuah sistem mekanis yang berfungsi untuk menghalangi suatu gerakan. Jika dilihat dari prinsip kerjanya, sistem pengereman berlawanan dengan sistem kopling. Secara teori sistem pengereman mengurangi kecepatan suatu benda dengan jalan mengkonversi energi kinetik yang ada padanya ke dalam bentuk lain. Telah banyak peneliti yang telah mengembangkan teknologi sistem pengereman modern, berikut adalah beberapa contoh sistem pengereman modern.

Sistem pengereman dengan menggunakan anti lock pada kendaraan salah satunya adalah ABS (Anti-Lock Braking System). Sistem ini bekerja pada pengereman kendaraan untuk mencegah terjadinya penguncian pada roda ketika terjadi pengereman. Sistem rem ABS dapat mengatur tekanan rem agar roda tetap dapat berputar tanpa terjadi lock, sehingga laju kendaraan dapat dikurangi dengan cepat dan aman. Ketika sensor putaran roda pada rem ABS membaca roda yang mengunci maka sensor akan mengirim sinyal ke ABS Control Module dan diteruskan perintah ke piston rem untuk melepas cengkaman dan menjepit kembali cakram rem secara berulang ulang. Proses tersebut dapat mencapai 15 kali setiap detiknya, sehingga kendaraan dapat dikendalikan dan jarak pengereman semakin efektif (Rahmadi, 2017: 4). Gambar sistem pengereman ABS dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem pengereman ABS

Sistem pengereman lainnya pada sepeda motor adalah sistem pengereman serentak bernama CBS (Combi Brake System) yang kebanyakan diaplikasikan pada sepeda motor jenis matic honda. Sistem pengereman CBS dapat membuat rem depan dan belakang bekerja secara serentak dengan menggunakan satu tuas dan penekanan kampas rem secara keseluruhan diatur oleh penekanan tuas. Jika sistem ini diterapkan pada salah satu tuas rem maka disebut dengan Single CBS dan jika sistem ini diterapkan pada kedua tuas rem maka disebut dengan Dual CBS (Rokhandy, 2012: 14). Gambar sistem pengereman CBS dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sistem Pengereman CBS

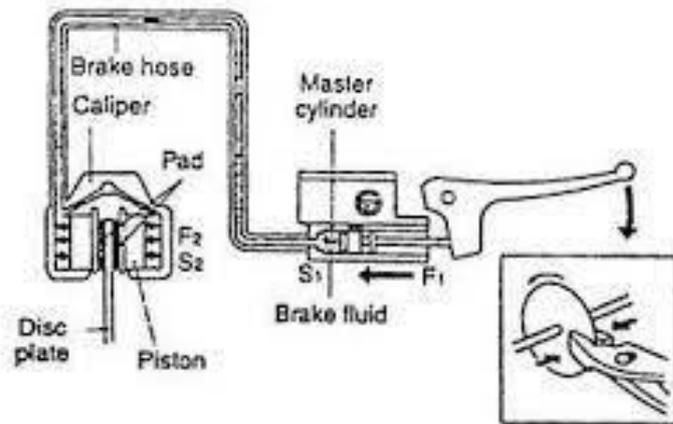
2.2 Definisi Rem Sepeda Motor

Tujuan dipasangnya rem pada kendaraan adalah untuk mengurangi kecepatan kendaraan, dengan kata lain melakukan kontrol kecepatan kendaraan untuk menghindari kecelakaan dan rem juga berfungsi menahan kendaraan saat berhenti pada jalan yang tidak datar. Sedangkan fungsi rem itu sendiri pada sepeda motor adalah untuk memperlambat atau menghentikan laju kendaraan saat berjalan. Proses ini terjadi dengan memanfaatkan gesekan antara komponen bergerak yang dipasangkan pada roda dengan suatu bahan yang dirancang khusus tersebut ialah kampas rem.

2.3 Jenis Jenis Rem

Secara umum jenis rem pada sepeda motor ada dua jenis yaitu rem cakram (Disc Brake) dan rem tromol (Drum Brake).

2.3.1 Rem Cakram (Disc Brake)



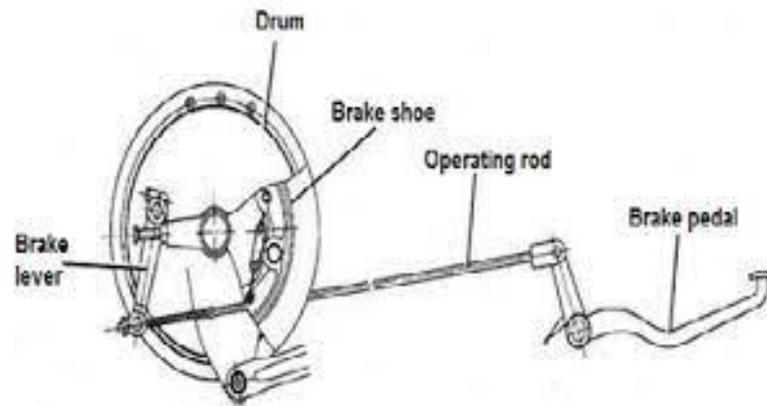
Gambar 2.3 Cara Kerja Rem Cakram

Rem cakram dioperasikan dengan tuas/pedal rem secara hidrolis dengan prinsip tekanan cairan. Pada rem cakram, putaran roda dikurangi atau dihentikan dengan cara penjepitan cakram oleh dua bilah kampas rem. Rem cakram mempunyai sebuah plat piringan/cakram yang terbuat dari baja yang akan berputar bersamaan dengan roda. Rem cakram mempunyai beberapa keunggulan, yaitu waktu berhenti lebih singkat dan jarak pengereman lebih pendek dibanding rem tromol (Siahaan dan Sen, 2008: 397).

Rem cakram lebih unggul dalam hal kepakaman pengereman daripada rem tromol karena berdasarkan konsep momen inersia, posisi kerja rem cakram terhadap sumbu roda lebih jauh daripada rem tromol sehingga momen inersianya lebih besar (Purwanto, 2011: 245).

Rem tromol mempunyai kekurangan, yaitu Lebih mudah kotor karena lokasi rem berada di bagian luar dengan kondisi yang terbuka sehingga rentan akan kotoran maupun debu dan harganya cenderung lebih mahal. Gambar cara kerja rem cakram dapat dilihat pada gambar 2.3.

2.3.2 Rem Tromol (Drum Brake)



Gambar 2.4 Cara Kerja Rem Tromol

Rem Tromol atau yang biasa dikenal dengan drum brake memiliki fungsi yang penting dan cara kerja yang cukup menarik. Pada umumnya rem tromol terletak pada bagian roda belakang sepeda motor, sebab itu digunakan untuk pengeraman ban belakang. Komponen ini memiliki fungsi secara umum untuk mengurangi laju kendaraan, sehingga kendaraan dapat menyesuaikan kecepatan yang kita inginkan dan tidak mendatangkan bahaya bagi kita sebagai pengendara. Cara kerja rem tromol dilakukan dengan mengembangkan kedua brake shoe, sehingga menghimpit dinding bagian dalam cover tromol. Rem tromol memiliki cover berbentuk seperti cetakan kue bolu. Di dalam cover tromol terdapat sepasang sepatu rem (brake shoe).

Rem tromol mempunyai kekurangan, yaitu mempunyai kemampuan water recovery yang lebih rendah dibanding rem cakram. Water recovery merupakan kemampuan untuk mengembalikan koefisien gesek pada kondisi semula saat sistem rem terkena air yang mengakibatkan koefisien gesek kampas rem menjadi berkurang. Saat rem tromol terkena air, di dalam drum tromol akan menyisakan air di antara sepatu rem dan tromol sehingga koefisien gesek rem menjadi rendah (Nugraha, 2005: 28). . Gambar cara kerja rem tromol dapat dilihat pada gambar 2.4.

2.4 Komponen Sistem Pengereman

Brake system tipe cakram dan tipe tromol memiliki komponen yang berbeda, terdapat beberapa komponen penting yang mendukung cara kerja rem tersebut.

2.4.1 Komponen – Komponen Pengereman Tipe Cakram

1. Brake Caliper

Brake caliper memiliki fungsi untuk mengubah tekanan hidrolik dari piston menjadi energi gerak berupa tekanan. Komponen ini terbagi menjadi dua jenis yaitu *floating caliper* dan *fixed caliper*. Perbedaannya hanya dari jumlah piston, *floating caliper* hanya satu piston sedangkan *fixed caliper* terdapat dua piston.

2. Piston Caliper

Piston pada rem cakram berbeda dengan piston pada mesin, komponen ini memiliki fungsi untuk menekan kampas rem sehingga kampas rem dapat menjepit cakram secara merata, dan pengereman terjadi dengan maksimal.

3. Piringan Cakram

Sesuai dengan namanya, piringan cakram ini berbentuk lingkaran yang terbuat dari baja yang dilengkapi dengan lubang-lubang kecil yang berfungsi untuk mengurangi panas yang diakibatkan oleh pengereman. Komponen ini memiliki fungsi sebagai media penekanan yang dilakukan oleh kampas rem. Proses penekanan ini akan menimbulkan gaya gesek antara cakram dan roda, yang nantinya akan memperlambat laju kendaraan.

4. Kampas Rem

Selanjutnya ada kampas rem, komponen ini merupakan salah satu komponen terpenting dalam sistem pengereman, karena kampas rem memiliki fungsi untuk menekan piringan cakram sehingga menimbulkan gaya gesek. Gaya gesek inilah yang nantinya akan memperlambat laju kendaraan. Komponen ini dapat menipis dan habis, hal ini dapat dirasakan ketika melakukan pengereman tenaga yang dihasilkan berkurang.

5. Selang Hidrolik

Selanjutnya ada selang hidrolik yang memiliki fungsi mengalirkan minyak, minyak ini akan memengaruhi tekanan yang dihasilkan sehingga kita sebagai pengendara harus memastikan bahwa minyak yang dialirkan sudah sesuai.

6. Disc Brake Oil Reservoir

Disc brake oil reservoir merupakan salah satu komponen yang berbentuk tabung, komponen ini memiliki fungsi sebagai penyimpanan cairan fluida cadangan. Cairan ini biasanya dalam bentuk cairan minyak.

7. Booster Rem

Booster rem pada rem cakram memiliki fungsi untuk melipat gandakan daya tekan ketika melakukan pengereman sehingga motor dapat berhenti perlahan dengan maksimal. Selain itu komponen ini juga dapat meringankan daya tekan tanpa mengurangi daya pengereman.

8. Piston Seal

Selanjutnya ada piston seal, komponen ini memiliki fungsi untuk mencegah terjadinya kebocoran pada minyak rem pada caliper. Selain itu seal pada rem cakram ini juga berfungsi untuk mencegah debu masuk ke sistem hidraulik ketika rem bekerja.

9. Caliper Bracket

Sesuai dengan namanya, komponen ini memiliki fungsi sebagai pemegang caliper rem sehingga tidak bergerak. Sehingga caliper dapat digunakan pada piringan yang memiliki diameter yang lebih besar.

10. Niple Bleed

Niple bleed merupakan salah satu komponen yang tidak boleh ketinggalan karena memiliki fungsi untuk membuang kandungan udara yang ada di dalam sistem hidraulik pada rem motor. Udara yang terjebak dalam sistem hidraulik ini akan menyebabkan tenaga pengereman tidak maksimal.

2.4.2 Komponen – Komponen Pengereman Tipe Tromol

1. Brake Drum

Brake Drum adalah bagian rem tromol yang memiliki tekstur keras bahan dasar brake drum adalah baja tuang. Dinamakan brake drum karena bentuknya seperti tabung atau drum. Brake drum sendiri berfungsi sebagai media gesekan kampas rem, sehingga putaran roda akan melambat, dan pada akhirnya motor berhenti secara halus dan perlahan.

2. Brake Shoe

Fungsi komponen rem tromol satu ini yaitu untuk tempat penempelan kampas rem. Umumnya berbentuk seperti persegi panjang yang melengkung, berbeda dengan kampas rem piringan atau cakram. Sepatu rem dijual secara bersamaan dengan kampas rem, sehingga ketika melakukan penggantian kampas, otomatis akan mendapatkan brake shoe.

3. Kampas Rem

Kampas rem digunakan sebagai media organik gesekan bersama dengan tombol rem. Kampas rem dibuat dari bahan keramik agar ketika terjadi gesekan tidak tahan dengan suhu tinggi. kampas rem ini sifatnya bisa habis ketika terjadi pengereman secara terus mene menerus.

4. Tuas Penggerak

Pada proses pengereman, tuas penggerak akan menggerakkan sepatu rem untuk menekan tombol rem saat pedal ditekan. Tuas penggerak bekerja secara mekanik dengan sebuah cam yang terletak di bagian ujung tuas penggerak. Dimana saat tuas penggerak bekerja maka cam akan mendorong sepatu rem sehingga menekan brake.

5. Return Spring

Return spring atau sering disebut dengan pegas pengembali berada di bagian dalam sistem rem tromol yaitu diantara dua sepatu rem. Fungsinya yaitu untuk mengembalikan posisi sepatu rem ke posisi semula setelah proses pengiriman dilakukan. Return spring memiliki fungsi yang tidak kalah penting dengan komponen lain. dimana pegas

akan menarik sepatu rem agak renggang dengan tromol sehingga roda dapat kembali berputar dengan normal.

6. Pivot Pin

Pivot pin merupakan komponen yang terletak di bagian pangkal sepatu rem dengan fungsinya sebagai center sepatu rem. Pivot pin akan menjaga sepatu rem berada pada area pangkal agar dapat bergerak membuka dan menutup pada saat proses pengereman berlangsung.

7. Tuas Penghubung

Tuas penghubung menjadi komponen tromol rem pada bagian luar sistem. Komponen ini berbentuk seperti batangan besi yang menghubungkan tuas penggerak rem dengan pedal rem. Jenis tuas seperti ini hanya terdapat pada sistem rem tromol motor versi pedal yang diinjak. Sedangkan pada motor matic menggunakan tuas yang terletak ditangan, terhubung menggunakan kawat kabel untuk menghubungkan tuas dengan batang penggerak rem.

8. Pedal Rem Atau Tuas Rem

Fungsi dari komponen ini yaitu tempat untuk mengaktivasi sistem pengereman. Pedal rem memiliki dua jenis yaitu pedal rem diinjak dan pedal rem tipe tuas. Meskipun memiliki bentuk yang berbeda, namun fungsinya sama.

2.5 Pengertian Kampas Rem

Kampas rem sepeda motor atau brake pads adalah salah satu komponen dalam sistem pengereman sepeda motor yang berfungsi untuk menekan bagian cakram (sistem cakram) atau dinding tromol bagian dalam (sistem tromol), sehingga daya gesek yang diberikan mampu memperlambat dan menghentikan putaran roda. Kampas rem terdiri dari pelat pendukung baja dengan bahan gesekan yang diikat ke permukaan yang menghadap ke rotor pada Sistem pengereman. Tugas utama dari kampas rem adalah menekan piringan cakram/tromol. Dengan melakukan ini, piringan cakram/tromol akan menghasilkan daya gesek yang cukup untuk menghentikan putaran roda. Bayangkan betapa pentingnya fungsi dari kampas rem tersebut, tanpa kampas rem yang baik, sepeda motor Anda tidak akan mampu berhenti dengan aman dan tepat waktu. Jika dilihat dari prinsip kerjanya, sistem

pengereman Pada kampas rem mengubah energi kinetik kendaraan menjadi energi termal melalui gesekan.

Jarak tempuh ideal untuk penggantian kampas rem sepeda motor ialah sejauh 20.000 mil atau sekitar 32.000 km. Tentunya, ini juga tergantung dengan kondisi medan dan lalu lintas yang ditempuh. Kondisi kampas rem yang habis atau menipis menyebabkan permukaan cakram/tromol tidak lagi rata, bunyi di bagian pengereman, dan juga proses pengereman yang kurang efisien, sehingga akan terasa bergetar. Selain itu permukaan kampas rem yang tidak rata juga dapat menyebabkan luas area penampang rem menjadi lebih kecil sehingga tekanan yang diberikan menjadi tidak maksimal.

2.6 Sifat Bahan Pembentuk Kampas Rem

Pada umumnya material kampas rem terbagi menjadi dua jenis, Asbestos dan non-asbestos. Kriteria mutu bahan gesek kampas rem telah distandarisasi sesuai dengan penggunaannya oleh badan-badan standarisasi baik nasional maupun internasional. Komposisi material yang digunakan pada pembuatan kampas rem adalah material friksi, dalam kata lain yaitu material yang mempunyai gaya gesek. Salah satu bagian kampas rem yang penting adalah lapisan gesek, lapisan gesek terbuat dari suatu bahan yang memiliki kekerasan, ketahanan aus, ketahanan korosi, ketahanan termal, kekuatan tarik dan koefisien gesek yang baik. Namun pada dasarnya bahan kampas rem dari asbestos memiliki banyak kelemahan, yakni dapat membuat aus piringan rem cakram/tromol disebabkan dari material yang keras, dalam proses pengereman pun juga kurang pakem, selain itu asbestos juga tidak ramah terhadap lingkungan, dikarenakan menimbulkan zat karsinogenik apabila partikel-partikel yang terkikis saat bergesekan dengan kampas rem berterbangan dan terhirup oleh paru-paru manusia.

Kanvas rem yang terbuat dari asbestos maupun Semi logam kurang ramah lingkungan dan koefisien gesek hanya tahan pada temperatur suhu 250°C. Sedangkan bahan kanvas rem yang terbuat dari non-asbes hanya memanfaatkan serat-serat alam, yang memiliki karakteristik yang baik dan harga yang relatif murah dan ramah lingkungan dengan koefisien gesek yang lebih stabil di suhu tinggi, yaitu hingga temperatur 400 derajat celsius. Banyak negara-negara maju telah

menghentikan produksi bahan gesek asbes, dan lebih memilih Bahan non asbes. Salah satu bahan non asbes yang bisa dijadikan untu bahan baku kampas rem adalah bahan komposit. Bahan komposit sebenarnya banyak sekali terdapat di alam, karena bahan komposit bisa terdiri dari organik dan anorganik seperti kerang bulu, cangkang batok kelapa, cangkang kemiri, dan sebagainya.

2.7 Pengertian Bahan Komposit

Bahan komposit adalah bahan yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level mikroskopik selagi membentuk komponen tunggal. Kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda ysng digabung atau dicampur secara makroskopik. Komposit (composite) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Composite berasal dari kata kerja “to compose” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan (M Yani, Faisal Lubis, 2018).

Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional dari proses pembuatan dan pencampuran yang tidak homogen. Komposit merupakan jumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matrix dan penguat. Dalam komposit sendiri penggunaan serat difungsikan untuk mendapatkan karakteristik bahan komposit, seperti kekuatan, kekakuan, dan karakteristik sifat mekanik lainnya.

2.8 Kampas Rem Berbahan Komposit

Bahan kampas rem dari komposit tentunya lebih ramah lingkungan, dan juga koefisien geseknya yang baik. Salah satu bahan yang berpeluang digunakan dalam pembuatan kampas rem komposit adalah tempurung kelapa. Tempurung kelapa merupakan bagian yang paling keras dibandingkan dengan bagian kelapa lainnya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO_2) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung kelapa. Tempurung kelapa juga mempunyai karakteristik fisik dan mekanik yang baik yaitu kekerasan dan kerapatannya tinggi serta serapan airnya rendah (Mor-shed, 2004).

Bahan lain yang juga digunakan sebagai campuran pembuatan kampas rem adalah serbuk besi (ferro). Logam ferro merupakan logam yang mengandung besi (Fe) dan karbon (C) sebagai unsur dasarnya. Selain itu terdapat unsur-unsur lain seperti mangan (Mn), fosfor (P), sulfur (S), dan silisium (Si). Serbuk besi dapat dimanfaatkan sebagai lapisan pada rem sepeda motor. Serbuk besi didapat dari hasil sisa pengkorteran silinder sepeda motor, yang dimana limbah tersebut sangat melimpah di bengkel bengkel bubut, akan lebih baik bila kita bisa memanfaatkannya. Penggunaan arang tempurung kelapa karena teksturnya yang kasar, yang baik untuk pengereman, dan penambahan serbuk besi dimaksud untuk menambah tekstur keras pada bahan komposit, sehingga tidak mudah terkikis.

Penelitian awal dilakukan dengan membuat arang tempurung kelapa. Pembuatan arang dilakukan di dalam tungku untuk mendapatkan kadar oksigen yang rendah. Arang hasil pembakaran dihaluskan dan disaring menggunakan alat saring. Pembuatan kampas rem dilakukan dengan melakukan variasi komposisi serbuk arang tempurung kelapa, serbuk besi, dan resin poliester. Setelah proses pencetakan sampel dilakukan proses kompaksi atau penekanan guna memadatkan bahan komposit, penekanan dilakukan menggunakan alat press hidrolik dengan beban sebesar 2 ton dengan waktu penekanan selama 20 menit agar adonan terbentuk sempurna. Setelah itu masuk ke proses sintening atau pemanasan dengan suhu 100°C dengan waktu 20 menit. Minimum ketebalan kampas rem berbeda sesuai tipe, untuk tipe cakram umumnya sekitar 2 mm, dan untuk tromol sekitar 1 mm. Setelah proses pencetakan selesai maka dilakukan proses pengujian. Pengujian dilakukan guna mengetahui sifat mekanik sampel yaitu keausan bahan komposit.

2.8.1 Keausan

Keausan dapat didefinisikan sebagai rusaknya permukaan padatan, umumnya melibatkan kehilangan material yang progresif akibat adanya gesekan (friksi) antar permukaan padatan. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan respon material terhadap sistem luar (kontak permukaan).

Pengujian gesek atau keausan dilakukan dengan mengukur massa bahan komposit yang tereduksi selama proses penggesekan yang dilakukan menggunakan mesin Tribometer pin on disc.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai keausan.

$$W = \frac{m_0 - m_1}{A \times t} \text{ (g/mm}^2\text{.detik)}$$

Dimana:

W = Laju keausan (g/mm².detik)

m₀ = Berat awal spesimen sebelum keausan (gram)

m₁ = Berat akhir spesimen setelah keausan (gram)

t = Waktu/lama keausan (detik)

A = Luas keausan (mm²)

A = P x L (mm²)

Dimana : P = Panjang kampas rem (mm)

L = Lebar kampas rem (mm)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

Tempat dan waktu perlu diperhatikan dalam penulisan tugas akhir ini, diperlukan penjadwalan secara teratur dan terperinci dapat pelaksanaan tepat dan waktu.

3.1.1 Tempat Pelaksanaan Pembuatan

Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara. Jl. Kapten Muchtar Basri No. 03 Medan.

3.1.2. Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai setelah judul penelitian disetujui oleh ketua program studi teknik mesin, dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara. Adapun jadwal dan kegiatan penelitian sebagai berikut Universitas:

Tabel 3.1 Jadwal Dan Kegiatan Penelitian

NO	Kegiatan Penelitian	Waktu (Bulan)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Pengajuan Judul	■								
2	Studi Literatur		■	■	■					
3	Penyiapan Alat Dan Bahan			■	■					
4	Pembuatan Kampas Rem				■	■	■			
5	Pengujian Kampas Rem						■	■		
6	Penyelesaian Tulisan							■	■	■
7	Seminar Hasil								■	■
8	Sidang									■

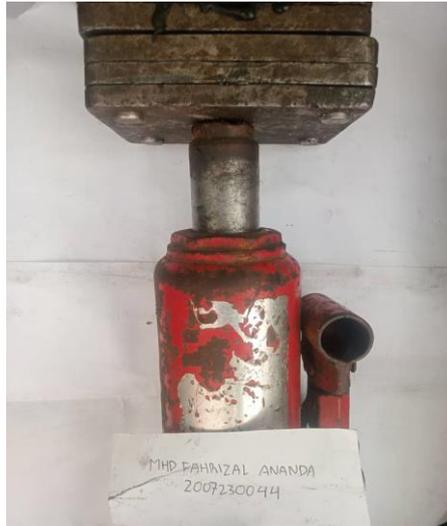
3.2 Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan kampas rem berdasarkan dengan ukuran kampas rem pada sepeda motor dan pembuatan kampas rem sepeda motor ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

3.2.1 Alat

1. Dongkrak Hydraulic

Dongkrak hydraulic difungsikan sebagai alat penekan atau kompaksi untuk memadatkan adonan selama 30 menit untuk menjadi bentuk yang diinginkan. Seperti terlihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Mesin Press hydraulik

2. Mesin Tribometer Pin On Disc

Mesin Tribometer pin on disc adalah mesin yang digunakan sebagai alat pengujian gesek pada kampas rem. Dengan menggunakan Mesin tersebut kita dapat mengatur beban yang diinginkan serta melihat putaran RPM. Seperti terlihat pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Mesin Tribometer pin on disc

3. Cetakan Atau Mal Kampas Rem

Cetakan atau mal adalah alat yang digunakan sebagai pembentuk adonan kampas rem agar menjadi bentuk yang diinginkan. Seperti terlihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Cetakan atau mal kampas rem

4. Sekrap

Sekrap digunakan sebagai alat untuk membersihkan sisa adonan yang melekat pada cetakan atau mal setelah selesai pembuatan kampas rem. Seperti terlihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Sekrap

5. Neraca Digital

Neraca digital adalah alat yang berfungsi untuk menimbang massa suatu plat pada kampas rem dan bahan untuk pembuatan kampas rem. Timbangan neraca digital ini menggunakan satuan gram. Seperti terlihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 Neraca digital

6. Alat Pemanas

Alat pemanas digunakan untuk memanaskan adonan kampas rem yang telah selesai dicetak dan yang telah selesai melalui tahap kompaksi atau penekan, alat pemanas diatur dengan suhu 100°C selama 20 menit. Seperti terlihat pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 Alat pemanas

7. Kuas

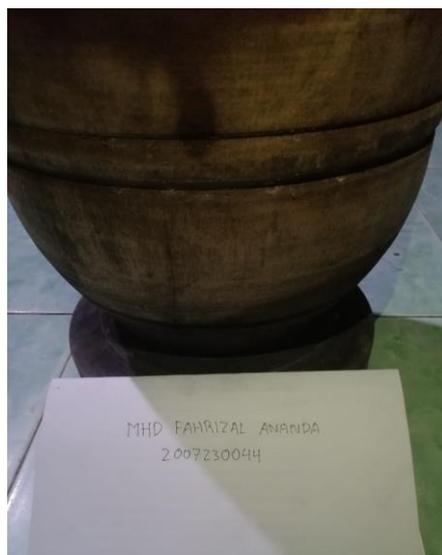
Kuas digunakan sebagai alat yang akan membersihkan permukaan cetakan kanvas rem baik sebelum pencetakan dan sesudah pencetakan, dan digunakan untuk mengoleskan mirror glaze, seperti terlihat pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7 Kuas

8. Lesung Atau Alu

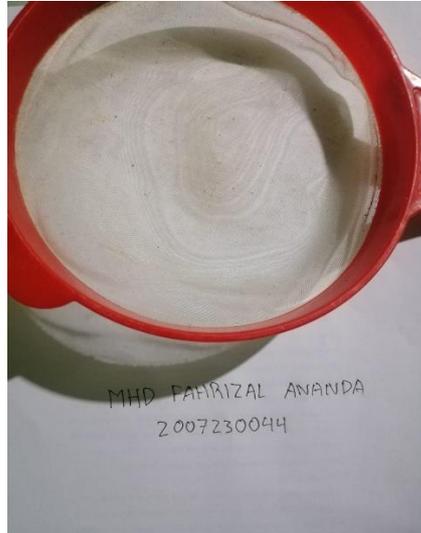
Lesung atau alu digunakan sebagai alat untuk menghaluskan arang dari proses pembakaran tempurung kelapa menjadi serbuk arang tempurung kelapa, seperti terlihat pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8 Lesung atau alu

9. Mesh

Mesh di gunakan sebagai alat untuk menyaring serbuk arang tempurung kelapa, seperti terlihat pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9 Mesh

10. Cat semprot

Cat semprot digunakan untuk mengecat plat kampas rem yang telah dibersihkan agar untuk melindungi besi dari korosi dan memperpanjang masa pakainya, seperti terlihat pada gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10 Cat Semprot

3.2.2 Bahan

1. Serbuk Arang Tempurung Kelapa

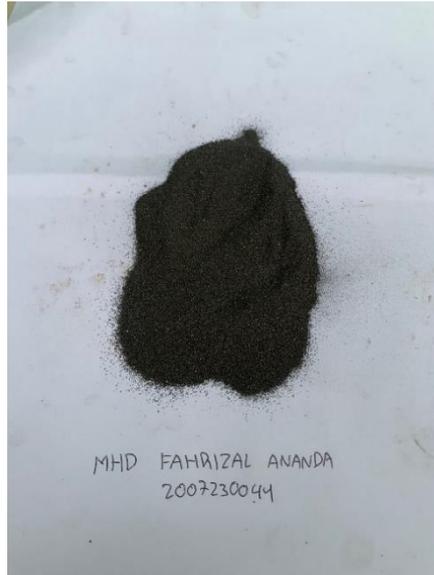
Serbuk arang tempurung kelapa adalah hasil pembakaran tempurung buah kelapa, yang telah dihaluskan dan disaring menggunakan alat saring. Tempurung kelapa didapat dari daerah pesisir percut sei tuan yang dimana pohon kelapa banyak ditanam disana, dan limbah dari tempurung kelapa yang cukup melimpah. Seperti terlihat pada gambar 3.11 di bawah ini.



Gambar 3.11 Serbuk Arang Tempurung Kelapa

2. Serbuk Besi (Ferro)

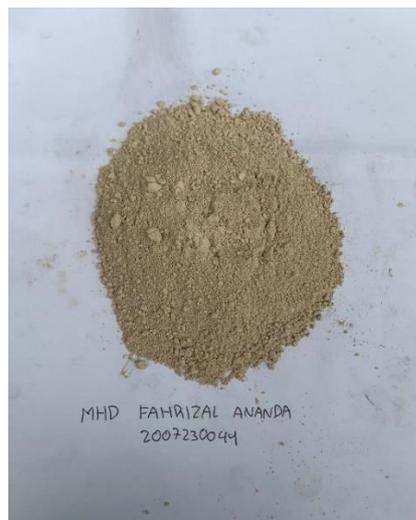
Logam besi (ferro) adalah suatu paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi. Untuk menghasilkan suatu logam paduan yang memiliki dua sifat berbeda dengan besi dan karbon maka, dicampur dengan berbagai macam logam lainnya. Logam adalah elemen kerak bumi yang terbentuk secara alami. Pengertian logam dalam bidang keteknisan adalah serbuk besi salah satunya bisa digunakan untuk pembuatan kampas rem pada sepeda motor. Seperti terlihat pada gambar 3.12 di bawah ini.



Gambar 3.12 Serbuk besi (ferro)

3. Serbuk Barium Sulfat ($BaSO_4$)

Barium sulfat adalah senyawa organik dengan rumus kimia $BaSO_4$ digunakan sebagai filler atau pengisi yang selain untuk menurunkan biaya produksi juga untuk membantu menjaga kestabilan friction pada kampas rem. Barium sulfat merupakan Kristal putih solid yang terkenal tidak larut dalam air. Seperti terlihat pada gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13 Serbuk barium sulfat.

4. Plat Kampas Rem

Plat yang digunakan adalah plat bekas yang telah habis kampas rem nya, untuk mengurangi biaya produksinya. Ukuran ketebalan pada plat kampas rem 3mm. Seperti terlihat pada gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.14 Plat Kampas Rem.

5. Resin Dan Katalis

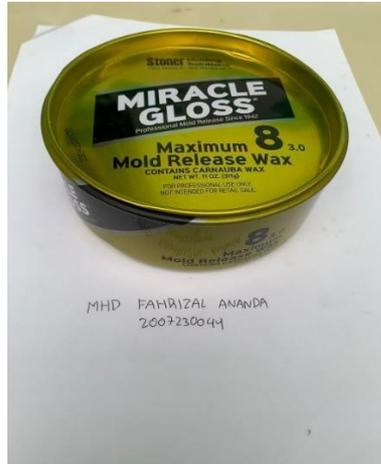
Resin merupakan salah satu bahan material yang berfungsi sebagai pembentuk dalam pembuatan komposit, dan katalis sebagai bahan aktif untuk mempercepat pengerasan resin, apabila menggunakan katalis terlalu sedikit akan memperlama waktu pengerasan resin. Seperti terlihat pada gambar 3.15 di bawah ini.



Gambar 3.15 Resin dan katalis

6. Mirror Glaze

Mirror glaze atau anti lengket resin adalah untuk melapisi permukaan cetakan dengan bahan adonan, sehingga tidak ada kontak antara cetakan dengan adonan. Seperti terlihat pada gambar 3.16 di bawah ini.



Gambar 3.16 Mirror glaze

7. Lem Dextone

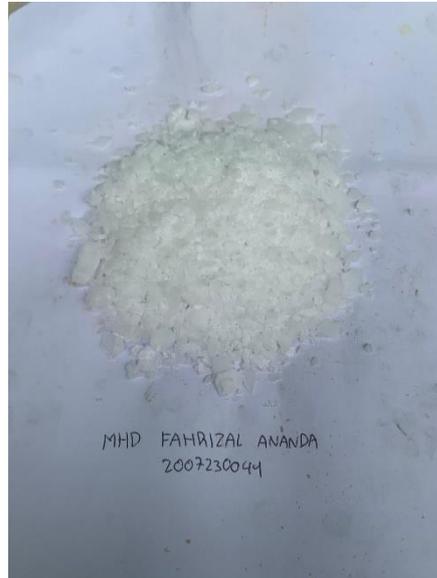
Lem dextone sebagai perekat antara plat kanvas rem yang telah dikeraskan. Seperti terlihat pada gambar 3.17 di bawah ini.



Gambar 3.17 Lem dextone

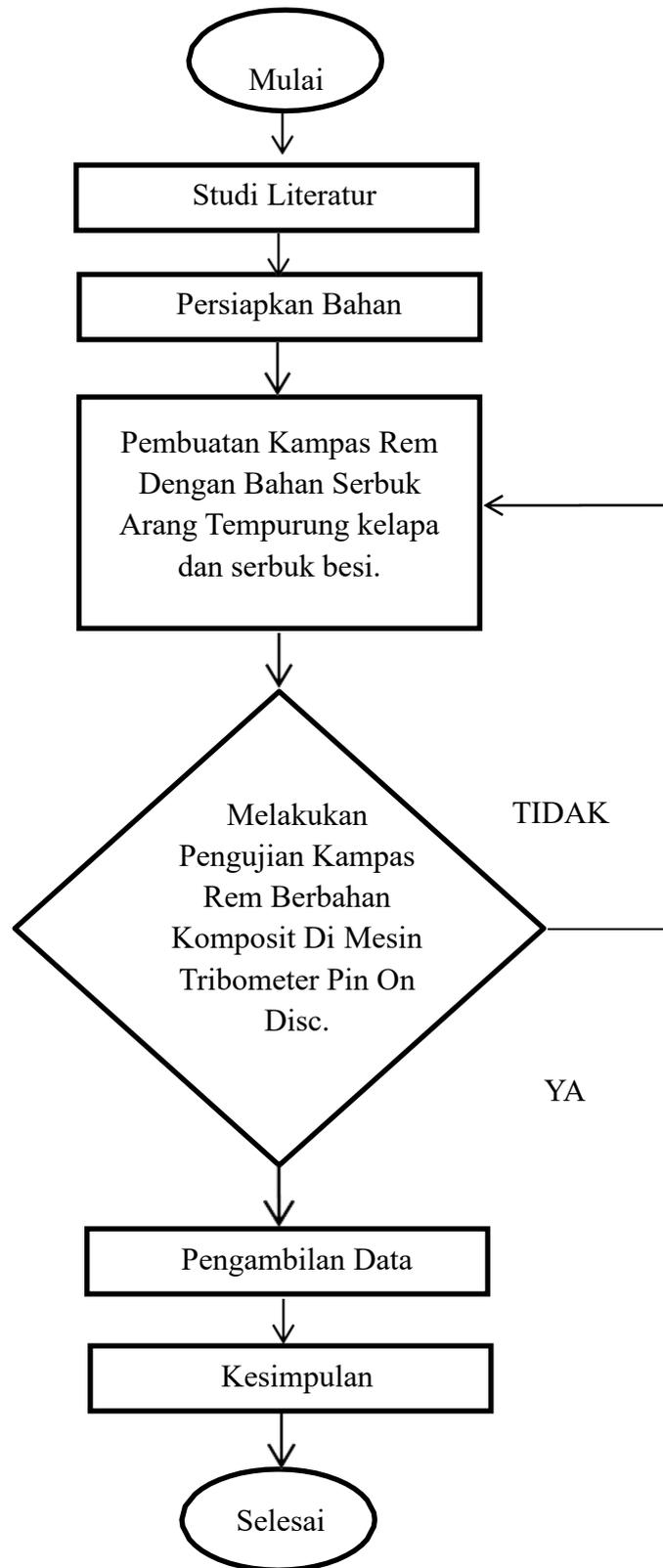
8. Soda Api

Soda api digunakan untuk merendam plat kampas rem bekas agar kampas rem bekas dapat terpisah dari plat besi kampas rem, seperti terlihat pada gambar 3.18 dibawah ini.

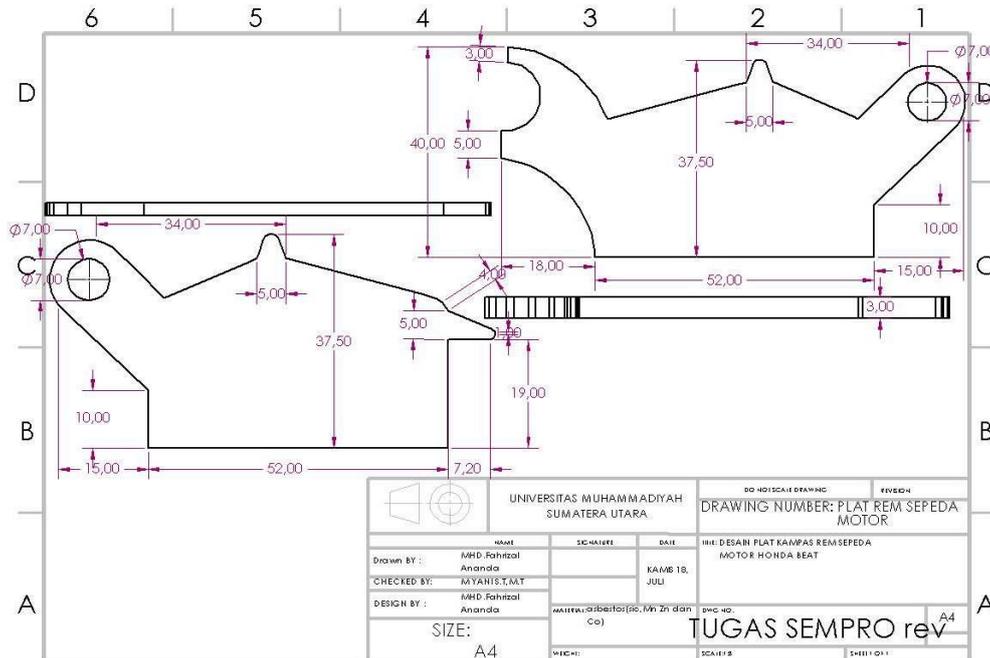


Gambar 3.18 Soda Api

3.3 Diagram Alir Penelitian



3.4 Rancangan Kampas Rem



Gambar 3.19 Rancangan Kampas Rem

1. Merancang atau mendesign plat dan kampas rem menggunakan aplikasi solidworks.
2. Menggunakan plat besi dengan ketebalan 3 mm, dengan panjang 85 mm, dan lebar 40 mm.
3. Menggunakan cetakan kampas rem dengan panjang 50 mm dan lebar 27 mm
4. Kemudian cela pada permukaan kampas rem dengan kedalaman 2 mm.
5. Penggunaan kampas rem di aplikasikan pada sepeda motor beat, vario, dan scopy.

3.5 Prosedur Penelitian

Pada penelitian kali ini hal yang utama adalah mempersiapkan seluruh bahan yang dibutuhkan dan dengan komposisi massa yang tepat agar spesimen yang dihasilkan menjadi lebih baik , serta mempersiapkan alat yang akan digunakan pada saat proses pembuatan dan pada saat pengujian.

Komposisi dan perbandingan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Komposisi Dan Perbandingan Bahan

No	Bahan	Produk 1 (gr)	Produk 2 (gr)	Produk 3 (gr)
1	Serbuk arang tempurung kelapa	20	23	26
2	Serbuk besi (ferro)	14	14	14
3	Serbuk Barium Sulfat	16	18	20
4	Resin	50	45	40
5	Total bahan	100	100	100

Dalam 100 gram berat total bahan kampas rem dapat menghasilkan 2 pasang kampas rem berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi.

3.6 Proses Pembuatan Kampas Rem

1. Proses pembuatan dan pencetakan kampas rem, ini terlebih dahulu mempersiapkan alat sesuai dengan fungsinya dan bahan sesuai dengan komposisi massanya.

Alat

- Dongkrak hydraulic digunakan sebagai alat pengepresan pada cetakan.
- Cetakan digunakan untuk mencetak kampas rem yang akan dibuat.
- Sekrap digunakan untuk meratakan bagian kanan dan kiri.
- Neraca digital digunakan untuk menimbang bahan yang diperlukan.
- Kuas digunakan untuk mengoleskan mirror glaze agar tidak lengket ke cetakan atau mal.
- Wadah digunakan untuk mencampurkan bahan menjadi satu.
- Sendok digunakan untuk mengambil serbuk arang tempurung kelapa, dan serbuk besi atau bahan lainnya.

Bahan

- Arang Tempurung Kelapa.
- Serbuk Besi.
- Serbuk Barium Sulfat.
- Soda api

- Plat Kampas Rem bekas.
 - Cat semprot
 - Resin Dan Katalis.
 - Mirror Glaze.
 - Lem Dextone.
2. Merendam kampas rem bekas menggunakan cairan soda api untuk menghilangkan sisa kampas rem yang menempel pada plat besi.
 3. Setelah plat kampas rem bersih kemudian cat plat kampas rem menggunakan cat semprot.
 4. Menghaluskan arang tempurung kelapa yang sudah dibakar menggunakan lesung, lalu saring menggunakan mesh.
 5. Menimbang masing masing bahan sesuai massa yang sudah ditentukan dalam komposisi bahan.
 6. Membersihkan permukaan cetakan dengan kuas dan oleskan mirror glaze keseluruh bagian cetakan.
 7. Membersihkan plat kampas rem dan memberikan lem dextone pada plat dan memasukan plat kedalam dudukan yang terdapat pada cetakan.
 8. Campurkan semua bahan yang telah ditimbang kedalam gelas dan diaduk sampai merata.
 9. Setelah semua merata masukan adonan kedalam cetakan dan tekan secara perlahan agar adonan dapat masuk ke dalam cetakan secara merata.
 10. Setelah adonan merata lalu press menggunakan dongkrak hydraulic untuk melakukan proses kompaksi atau penekanan, posisikan cetakan tepat pada mata press hydraulic agar penekanan bisa sempurna. Penekanan diatur dengan massa terbesar pada dongkrak hydraulic dengan waktu penekanan selama 30 menit agar adonan terbentuk sempurna dan kering.
 11. Kemudian setelah selesai proses kompaksi lepaskan cetakan dari mata press, lalu buka bagian atas cetakan dan keluarkan kampas rem dari dalam cetakan, lalu bersihkan sisa-sisa cetakan, dan kemudian di timbang.
 12. Kampas rem yang telah dicetak memasuki tahap *sintering* (pemanasan). Alat pemanas diatur dengan suhu 100°C dengan waktu 20 menit, agar adonan kampas rem lebih merekat dan kuat.

13. Kampas rem yang telah dipanaskan lalu ditimbang untuk mengetahui massa keringnya.

3.7 Pengujian Kampas Rem

1. Mempersiapkan benda uji (spesimen).
2. Menimbang spesimen yang akan diuji untuk mengetahui massa awal sebelum pengujian menggunakan neraca digital.
3. Pasangkan benda uji ke mesin Tribometer pin on disc.
4. Nyalakan mesin Tribometer dan sesuaikan RPM serta beri beban yang sudah ditentukan.
5. Lakukan pengujian dengan durasi waktu 60 detik.
6. Setelah 60 detik, matikan mesin dan lepas benda uji dari mesin Tribometer pin on disc.
7. Timbang spesimen untuk mengetahui massa setelah pengujian.
8. Lakukan pengujian benda uji komposisi 2, komposisi 3, dan kampas rem komersil/pabrikan dengan cara yang sama.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Kampas Rem

1. Proses pembuatan kampas rem ini terlebih dahulu mempersiapkan kampas rem bekas untuk diambil plat besi pada kampas rem. Kampas rem bekas didapat dari bengkel sepeda motor. Dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini.



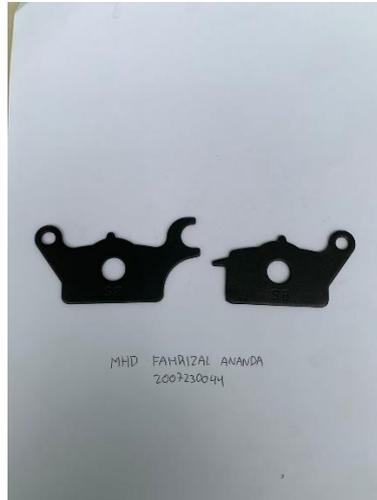
Gambar 4.1 Plat kampas rem bekas

2. Kemudian merendam kampas rem bekas dengan soda api selama 15 menit untuk menghilangkan sisa kampas rem yang menempel pada plat besi. Dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 merendam kampas rem dengan soda api

3. Setelah plat besi pada kampas rem bersih, kemudian plat besi di cat menggunakan cat semprot, berfungsi untuk melindungi plat besi dari korosi. Dapat dilihat pada gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 mengecat plat kampas rem

4. Kemudian mempersiapkan alat sesuai dengan fungsinya dan bahan sesuai dengan komposisinya.

Alat

- Cetakan atau mal digunakan untuk mencetak kampas rem yang akan dibuat. Dapat dilihat pada gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4 Cetakan atau mal

- Dongkrak hydraulic digunakan sebagai alat pengepresan pada cetakan. Dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini.



Gambar 4.5 Dongkrak hydraulic

- Wadah atau gelas digunakan untuk mencampurkan bahan bahan menjadi satu. Dapat dilihat pada gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Wadah atau gelas

- Sendok digunakan untuk mengambil bahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan lain lain. Dapat dilihat pada gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7 Sendok

- Neraca digital digunakan untuk menimbang bahan yang di perlukan. Dapat dilihat pada gambar 4.8 di bawah ini.



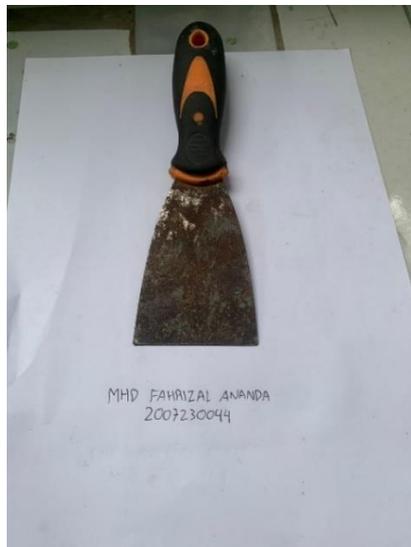
Gambar 4.8 Neraca digital

- Kuas digunakan untuk mengoleskan mirror glaze agar tidak lengket pada cetakan atau mal. Dapat dilihat pada gambar 4.9 di bawah ini.



Gambar 4.9 Kuas

- Sekrap digunakan untuk meratakan bagian kanan dan kiri. Dapat dilihat pada gambar 4.10 di bawah ini.



Gambar 4.10 Sekrap

Bahan

- Pertama menyiapkan arang tempurung kelapa. Dapat dilihat pada gambar 4.11 di bawah ini.



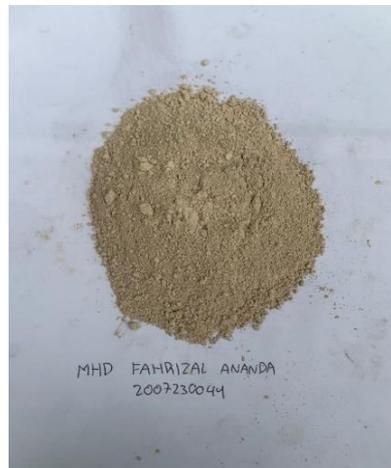
Gambar 4.11 Arang tempurung kelapa

- Kedua menyiapkan serbuk besi. Dapat dilihat pada gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4.12 Serbuk besi

- Ketiga menyiapkan serbuk barium sulfat. Dapat dilihat pada gambar 4.13 di bawah ini.



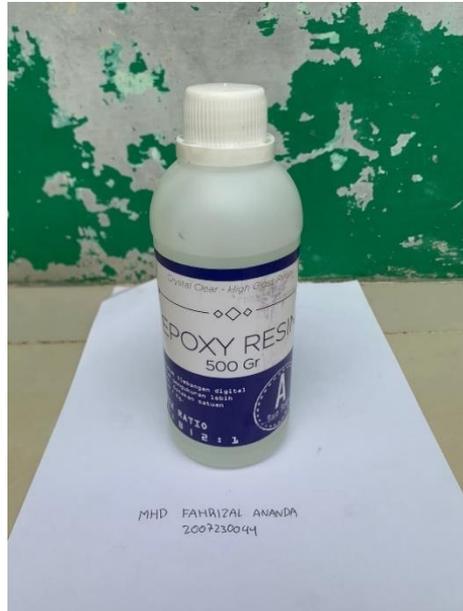
Gambar 4.13 Serbuk barium sulfat

- Keempat menyiapkan plat kampas rem bekas yang telah direndam cairan soda api dan dibersihkan. Dapat dilihat pada gambar 4.14 di bawah ini.



Gambar 4.14 Plat kampas rem setelah dibersihkan

- Kelima menyiapkan resin. Dapat dilihat pada gambar 4.15 di bawah ini.



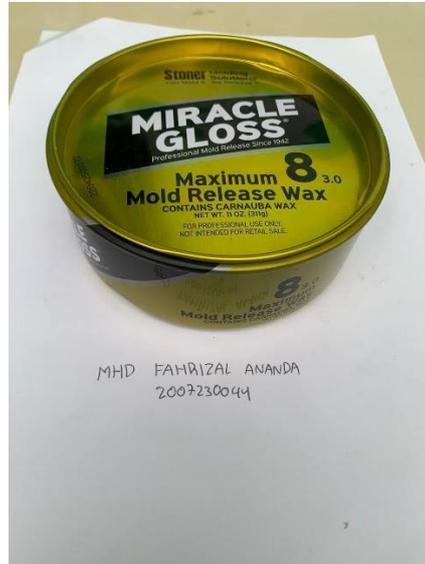
Gambar 4.15 Resin

- Keenam menyiapkan katalis. Dapat dilihat pada gambar 4.16 di bawah ini.



Gambar 4.16 Katalis

- Ketujuh menyiapkan mirror glaze. Dapat dilihat pada gambar 4.17 di bawah ini.



Gambar 4.17 Mirror glaze

5. Membuat serbuk arang tempurung kelapa yaitu dengan menghaluskan arang tempurung kelapa menggunakan lesung atau alu. Dapat dilihat pada gambar 4.18 di bawah ini.



Gambar 4.18 Menghaluskan arang tempurung kelapa

- Menyaring arang tempurung kelapa yang telah dihaluskan tadi menggunakan saringan mesh, hingga mendapatkan serbuk arang tempurung kelapa yang siap di pakai. Dapat dilihat pada gambar 4.19 di bawah ini.



Gambar 4.19 Menyaring arang tempurung kelapa

- Menimbang masing masing bahan sesuai massa yang sudah ditentukan dalam tabel 3.2 komposisi bahan. Dapat dilihat pada gambar 4.20 di bawah ini.



Gambar 4.20 Menimbang bahan

- Menimbang massa plat besi yang akan digunakan untuk tempat adonan kanvas rem. Dapat dilihat pada gambar 4.21 di bawah ini.



Gambar 4.21 Menimbang plat kanvas rem

- Mempersiapkan cetakan atau mal sebagai tempat untuk membentuk kanvas rem bersihkan permukaan cetakan dengan kuas dan oleskan mirror glaze keseluruhan bagian cetakan agar adonan kanvas rem tidak melekat pada cetakan. Dapat dilihat pada gambar 4.22 di bawah ini.



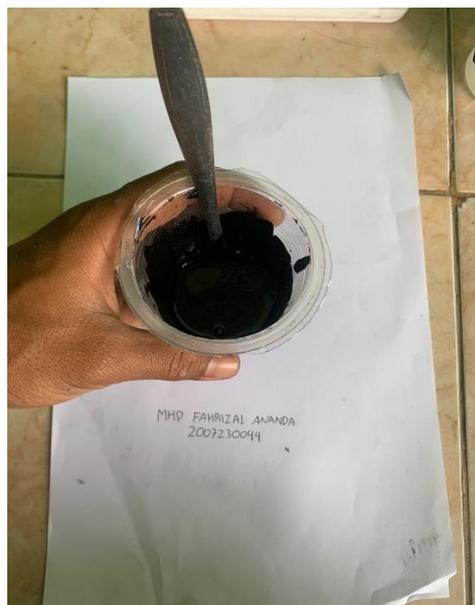
Gambar 4.22 Mempersiapkan cetakan

10. Membersihkan plat kanvas rem memberikan lem dextone pada plat dan memasukan plat kedalam dudukan yang terdapat pada cetakan. Dapat dilihat pada gambar 4.23 di bawah ini.



Gambar 4.23 Memasukan plat kedalam cetakan

11. Selesai semua bahan ditimbang lalu campurkan semua bahan kedalam wadah dan diaduk sampai merata. Dapat dilihat pada gambar 4.24 di bawah ini.



Gambar 4.24 Mencampurkan semua bahan

12. Setelah semua merata masukan adonan kedalam cetakan dan tekan secara perlahan agar adonan dapat masuk kedalam cetakan secara merata. Dapat dilihat pada gambar 4.25 di bawah ini.



Gambar 4.25 Memasukan adonan kedalam cetakan

13. Setelah adonan merata lalu melakukan proses kompaksi atau penekanan, posisi kan cetakan tepat pada mata press hydraulic agar penekanan bisa sempurna. Penekanan diatur dengan massa terbesar/penekan maksimal dari dongkrak hidrolik dengan waktu penekanan 30 menit agar adonan terbentuk sempurna dan kering. Dapat dilihat pada gambar 4.26 di bawah ini.



Gambar 4.26 Proses kompaksi atau penekanan

14. Kemudian setelah selesai proses kompaksi selesai lepaskan cetakan dari mata press, lalu buka bagian atas cetakan dan keluarkan kampas rem dari dalam cetakan. Dan kemudian ditimbang. Dapat dilihat pada gambar 4.27 di bawah ini.



Gambar 4.27 Melepaskan cetakan

15. Kampas rem yang telah dicetak memasuki tahap sintering atau pemanasan. Alat pemanas diatur dengan suhu 100°C dengan waktu 20 menit, agar adonan kampas rem lebih merekat dan kuat. Dapat dilihat pada gambar 4.28 di bawah ini.



Gambar 4.28 Proses sintering atau pemanasan

16. Kampas rem yang telah dipanaskan lalu ditimbang untuk mengetahui massa keringnya. Sebelum di sintering dengan berat 42,74 gram sesudah di sintering dengan berat 42,60 gram. Dapat dilihat pada gambar 4.29 di bawah ini.



Gambar 4.29 Kampas rem dengan massa yang sudah dikeringkan

17. Lakukan proses yang sama pada komposisi kampas rem produk 2 dan komposisi kampas rem produk 3 hingga selesai. Dapat dilihat pada tabel 3.1 Tabel komposisi dan perbandingan bahan.

4.2 Prosedur Penelitian

Pada penelitian kali ini hal yang utama adalah mempersiapkan bahan yang dibutuhkan dan dengan komposisi massa yang tepat agar benda yang dihasilkan menjadi lebih baik. Serta mempersiapkan spesimen yang akan digunakan pada saat proses pengujian.

4.2.1 Menimbang komposisi bahan

Agar menghasilkan kampas rem yang sesuai dengan komposisi massa yang telah ditentukan sebaiknya menimbang bahan dengan teliti. Komposisi massa setiap bahan yang di timbang dapat dilihat pada gambar 4.30, gambar 4.31, gambar 4.31, dan gambar 4.33.

1. Serbuk barium sulfat dengan kanvas rem produk 1 = 16 gram, kanvas rem produk 2 = 18 gram, dan kanvas rem produk 3 = 20 gram. Dapat dilihat pada gambar 4.30 di bawah ini.



Gambar 4.30 Komposisi serbuk barium sulfat

2. Serbuk besi dengan kanvas rem produk 1 = 14 gram, kanvas rem produk 2 = 14 gram, dan kanvas rem produk 3 = 14 gram. Dapat dilihat pada gambar 4.31 di bawah ini.



Gambar 4.31 Komposisi serbuk besi

3. Serbuk arang tempurung kelapa dengan kampak rem produk 1 = 20 gram, kampak rem produk 2 = 23 gram, dan kampak rem produk 3 = 26 gram. Dapat dilihat pada gambar 4.32 di bawah ini.



Gambar 4.32 Komposisi serbuk arang tempurung kelapa

4. Resin dan katalis dengan kampak rem produk 1, 50 gram, kampak rem produk 2 = 45 gram, dan kampak rem produk 3 = 40 gram. Dapat dilihat pada gambar 4.33 di bawah ini.



Gambar 4.33 Komposisi resin dan katalis

4.2.2 Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berupa bahan kampak rem dengan komposisinya masing masing yang dibentuk seperti plat persegi panjang dengan massa yang bervariasi. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

1. Benda uji produk 1 dengan berat 3,529 gram dan 4,188 gram dapat dilihat seperti gambar 4.34 dibawah ini.



Gambar 4.34 Benda uji komposisi 1

2. Benda uji produk 2 dengan berat 3,264 gram dan 3,835 gram, dapat dilihat seperti gambar 4.35 dibawah ini.



Gambar 4.35 Benda uji komposisi 2

3. Benda uji produk 3 dengan berat 4,269 gram dan 3,355 gram, dapat dilihat seperti gambar 4.36 dibawah ini.



Gambar 4.36 Benda uji komposisi 3

4. Benda uji 4 diambil dari kampas rem komersil yang berada di pasaran dengan merk yang berbeda, dengan berat 3,935 gram dan 3,617 gram dapat dilihat Seperti gambar 4.37 dibawah ini.



Gambar 4.37 Benda uji komersil

4.3 Data Hasil Pengujian Bahan Komposit Kampas Rem

Prosedur percobaan pengujian bahan kampas rem berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi ini dilakukan dengan menggunakan alat Tribometer pin on disc yang berada di laboratorium Teknik Universitas Sumatera Utara. Pengujian dilakukan dengan menggunakan variasi gaya tekanan yaitu 1000gram 1350RPM. Waktu 60 detik, radius pin (r) 50mm dan jarak sliding (x) 67500. Kampas rem komersial juga diuji sebagai perbandingan. Dari pengujian

keausan bahan kampas rem yang dilakukan ini, dihasilkan data yang dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Untuk menghitung atau mencari nilai keausan menggunakan persamaan:

$$W = \frac{m_0 - m_1}{A \times t} \text{ (g/mm}^2\text{.detik)}$$

Dimana:

W = Laju keausan (g/mm².detik)

m₀ = Berat awal spesimen sebelum keausan (gram)

m₁ = Berat akhir spesimen setelah keausan (gram)

t = Waktu/lama keausan (detik)

A = Luas keausan (mm²)

A = P x L (mm²)

Dimana : P = Panjang kampas rem (mm)

L = Lebar kampas rem (mm)

1. Kampas rem produk 1 sampel 1

$$W = \frac{3,529 - 3,484}{1372 \times 60} = \frac{0,045}{82320} = 5,4664 \times 10^{-9} \text{ g/mm}^2\text{.detik}$$

2. Kampas rem produk 1 sampel 2

$$W = \frac{4,188 - 4,145}{1372 \times 60} = \frac{0,043}{82320} = 5,2235 \times 10^{-9} \text{ g/mm}^2\text{.detik}$$

3. Kampas rem produk 2 sampel 1

$$W = \frac{3,835 - 3,81}{1372 \times 60} = \frac{0,025}{82320} = 3,0369 \times 10^{-9} \text{ g/mm}^2\text{.detik}$$

4. Kampas rem produk 2 sampel 2

$$W = \frac{3,264 - 3,239}{1372 \times 60} = \frac{0,025}{82320} = 3,0369 \times 10^{-9} \text{ g/mm}^2\text{.detik}$$

5. Kampas rem produk 3 sampel 1

$$W = \frac{3,355-3,345}{1372 \times 60} = \frac{0,010}{82320} = 1,2147 \times 10^{-9} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{detik}$$

6. Kampas rem produk 3 sampel 2

$$W = \frac{4,269-4,256}{1372 \times 60} = \frac{0,013}{82320} = 1,5792 \times 10^{-9} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{detik}$$

7. Kampas rem komersil sampel 1

$$W = \frac{3,935-906}{1372 \times 60} = \frac{0,029}{82320} = 3,5228 \times 10^{-9} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{detik}$$

8. Kampas rem komersil sampel 2

$$W = \frac{3,617-3,602}{1372 \times 60} = \frac{0,015}{82320} = 1,8221 \times 10^{-9} \text{ g/mm}^2 \cdot \text{detik}$$

Dari perhitungan diatas menghasilkan tabel data yang dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Data hasil uji gesek kampas rem.

Produk	Sampel	Berat (g)		Berat Keausan (g)	Luas Pengausan (mm ²)	Putaran (RPM)	Laju Keausan (g/mm ² ·detik)
		m1	m2				
1	1	3,529	3,484	0,045	1372	1350	5,4664x10 ⁻⁹
	2	4,188	4,145	0,043	1372	1350	5,2235x10 ⁻⁹
2	1	3,835	3,81	0,025	1372	1350	3,0369x10 ⁻⁹
	2	3,264	3,239	0,025	1372	1350	3,0369x10 ⁻⁹
3	1	3,355	3,345	0,010	1372	1350	1,2147x10 ⁻⁹
	2	4,269	4,259	0,013	1372	1350	1,5792x10 ⁻⁹
komersil	1	3,935	3,602	0,029	1372	1350	3,5228x10 ⁻⁹
	2	3,617	3,602	0,015	1372	1350	1,8221x10 ⁻⁹

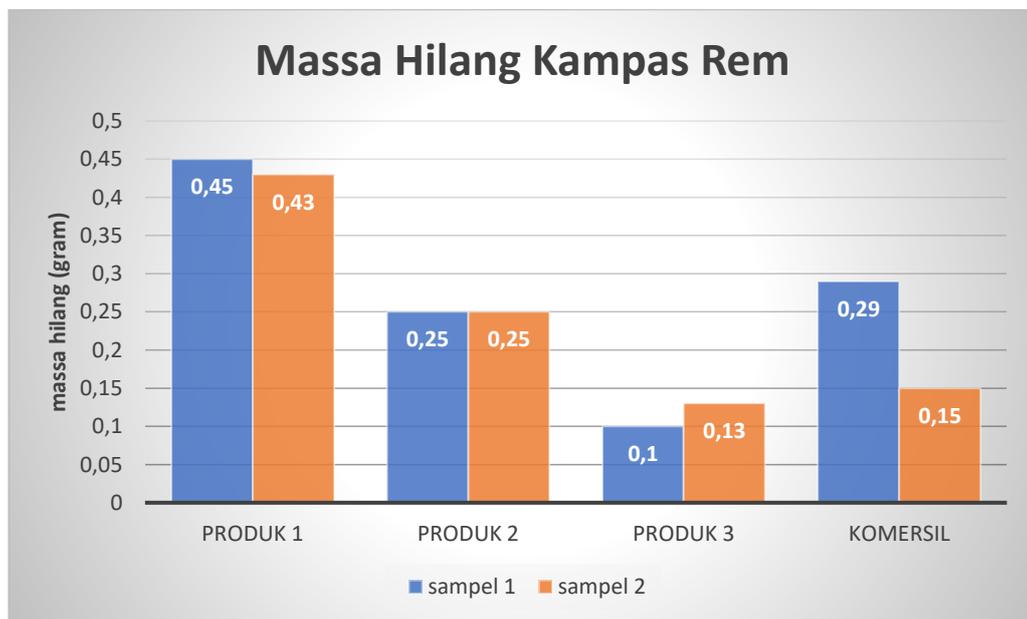
4.4 Tabel Dan Grafik Massa Hilang Kampas Rem

Tabel dan grafik perbandingan massa yang hilang dari massa awal hingga massa akhir dengan variasi gaya tekanan 1000g yang dilakukan pada kampas rem produk 1, produk 2, produk 3, dan kampas rem komersil pada saat pengujian . Dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.38 dibawah ini.

Tabel 4.2 Massa hilang kampas rem

Produk	Sampel	Massa Awal (g)	Massa Akhir (g)	Massa Hilang (g)	waktu (detik)	Gaya (g)
1	1	3,529	3,484	0,045	60	1000
	2	4,188	4,145	0,043	60	1000
2	1	3,835	3,81	0,025	60	1000
	2	3,264	3,239	0,025	60	1000
3	1	3,355	3,345	0,010	60	1000
	2	4,269	4,256	0,013	60	1000
komersil	1	3,935	3,606	0,029	60	1000
	2	3,617	3,602	0,015	60	1000

Grafik yang dihasilkan dari tabel 4.2 dapat dilihat pada gambar 4.38 dibawah ini.



Gambar 4.38 Grafik massa hilang kampas rem

Terjadinya penurunan grafik disebabkan adanya perbedaan pada komposisi bahan sehingga massa hilang kampas rem berkurang dengan nilai yang berbeda-beda yaitu pada kampas rem 1 dengan komposisi serbuk arang tempurung kelapa 20g, serbuk besi 14g, barium sulfat 16g dan resin 50g menghasilkan nilai

kehilangan massa 0,045g dan 0,043g. Kampas rem 2 dengan komposisi serbuk arang tempurung kelapa 23g, serbuk besi 14g, barium sulfat 18g dan resin 45g menghasilkan nilai kehilangan massa 0,025g dan 0,025g. Sedangkan kampas rem 3 dengan komposisi serbuk arang tempurung kelapa 26g, serbuk besi 14g, barium sulfat 20g dan resin 40g menghasilkan nilai kehilangan massa 0,010g dan 0,013g. Dan kampas rem komersil menghasilkan nilai kehilangan massa 0,029 dan 0,015.

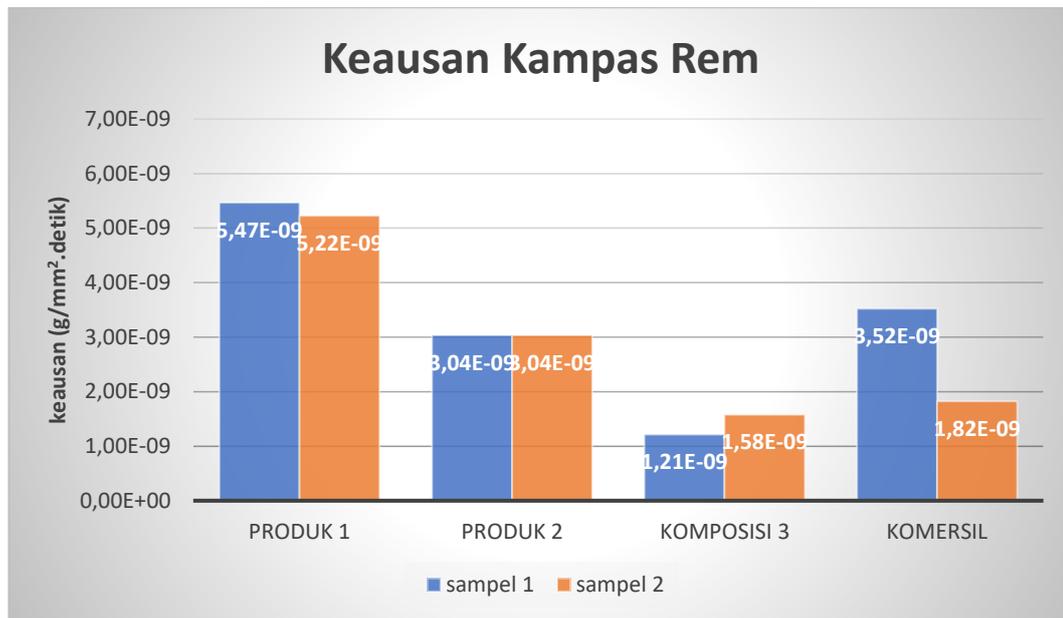
4.5 Tabel Dan Grafik Keausan Kampas Rem

Tabel dan grafik keausan kampas rem dengan variasi gaya tekanan 1000g yang dilakukan pada kampas rem produk 1, produk 2, produk 3, dan kampas rem komersil pada saat pengujian . Dapat dilihat pada tabel 4.3 dan gambar 4.39 dibawah ini.

Tabel 4.3 Keausan kampas rem

Produk	Sampel	Keausan (g/mm ² .detik)	Gaya (g)
1	1	5,4664x10 ⁻⁹	1000
	2	5,2235x10 ⁻⁹	1000
2	1	3,0369x10 ⁻⁹	1000
	2	3,0369x10 ⁻⁹	1000
3	1	1,2147x10 ⁻⁹	1000
	2	1,5792x10 ⁻⁹	1000
komersil	1	3,5228x10 ⁻⁹	1000
	2	1,8221x10 ⁻⁹	1000

Grafik yang dihasilkan dari tabel 4.3 dapat dilihat pada gambar 4.39 dibawah ini



Gambar 4.39 Grafik keausan kampas rem

Pada gambar grafik diatas terlihat perbedaan dimana keausan yang terjadi pada tiap sampel kampas rem berbeda. Pada kampas rem 1 dengan komposisi serbuk arang tempurung kelapa 20g, serbuk besi 14g, serbuk barium sulfat 16g, dan resin 50g memiliki nilai keausan $5,4664 \times 10^{-9}$ g/mm².detik dan $5,2235 \times 10^{-9}$ g/mm².detik. Kampas rem 2 dengan komposisi serbuk arang tempurung kelapa 23g, serbuk besi 14g, barium sulfat 18g, dan resin 45g memiliki nilai keausan $3,0369 \times 10^{-9}$ g/mm².detik dan $3,0369 \times 10^{-9}$ g/mm².detik. Sedangkan kampas rem 3 dengan komposisi serbuk arang tempurung kelapa 26g, serbuk besi 14g, serbuk barium sulfat 20g, dan resin 40g memiliki nilai keausan $1,2147 \times 10^{-9}$ g/mm².detik dan $1,5792 \times 10^{-9}$ g/mm².detik. Dan pada kampas rem komersil memiliki nilai keausan $3,5228 \times 10^{-9}$ g/mm².detik dan $1,8221 \times 10^{-9}$ g/mm².detik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil seluruh tahapan yang telah dilakukan dari hasil pembuatan kampas rem sepeda motor berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah berhasil membuat kampas rem sepeda motor berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro).
2. Hasil uji gesek pada kampas rem adalah Kampas rem produk 1 dengan komposisi serbuk arang tempurung kelapa 20g, serbuk besi 14g, serbuk barium sulfat 16g, dan resin 50g memiliki nilai rata-rata kehilangan massa 0,044g serta nilai rata-rata keausan $5,34495 \times 10^{-9}$ g/mm².detik. Kampas rem produk 2 dengan komposisi serbuk arang tempurung kelapa 23g, serbuk besi 14g, serbuk barium sulfat 18g, dan resin 45g memiliki nilai rata-rata kehilangan massa 0,025g serta nilai rata-rata keausan $3,0369 \times 10^{-9}$ g/mm².detik. Sedangkan kampas rem produk 3 dengan komposisi serbuk arang tempurung kelapa 20g, serbuk besi 20g, serbuk barium sulfat 20g, dan resin 40g memiliki nilai rata-rata kehilangan massa 0,0115g serta nilai rata-rata keausan $1,39695 \times 10^{-9}$ g/mm².detik. Dan pada kampas rem komersil memiliki nilai rata-rata kehilangan massa 0,022g serta nilai rata rata keausan $2,67245$ g/mm².detik.
3. Perbandingan antara kampas rem berbahan komposit serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro), dengan kampas rem komersil/pabrikan yaitu: kampas rem produk 3 lebih sedikit nilai keausannya, dengan nilai rata-rata keausan $1,39695 \times 10^{-9}$ g/mm².detik dibanding dengan kampas rem komersil yang memiliki nilai rata-rata keausan $2,67245 \times 10^{-9}$ g/mm².detik. sedangkan Kampas rem produk 1 dengan nilai rata-rata keausan $5,34495 \times 10^{-9}$ g/mm².detik, dan kampas rem produk 2 dengan nilai rata-rata keausan $3,0369 \times 10^{-9}$ g/mm².detik lebih besar nilai keausannya dibandingkan kampas rem komersil yang memiliki nilai rata-rata keausan $2,67245 \times 10^{-9}$ g/mm².detik.

5.2 Saran

Disini penulis memberikan saran pada para pembaca yang ingin melanjutkan penelitian ini mengenai pembuatan komposit dengan penguat serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk besi (ferro) untuk melanjutkan pengujian yang lebih efektif agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal pada kampas rem sepeda motor berbahan komposit.

1. Pada waktu pengepresan, lakukan dengan waktu yang lebih lama dan dengan beban tekan yang lebih besar lagi agar mendapatkan hasil yang maksimal.
2. Pada saat pencampuran bahan untuk dicetak, pastikan agar semua bahan dalam kondisi bentuk yang paling kecil agar pengikatan bahan dengan resin lebih sempurna.
3. Sebelum di cetak sebaiknya adonan kampas rem sedikit dikeringkan selama 15 menit agar hasil kampas rem lebih rapi dan sempurna.

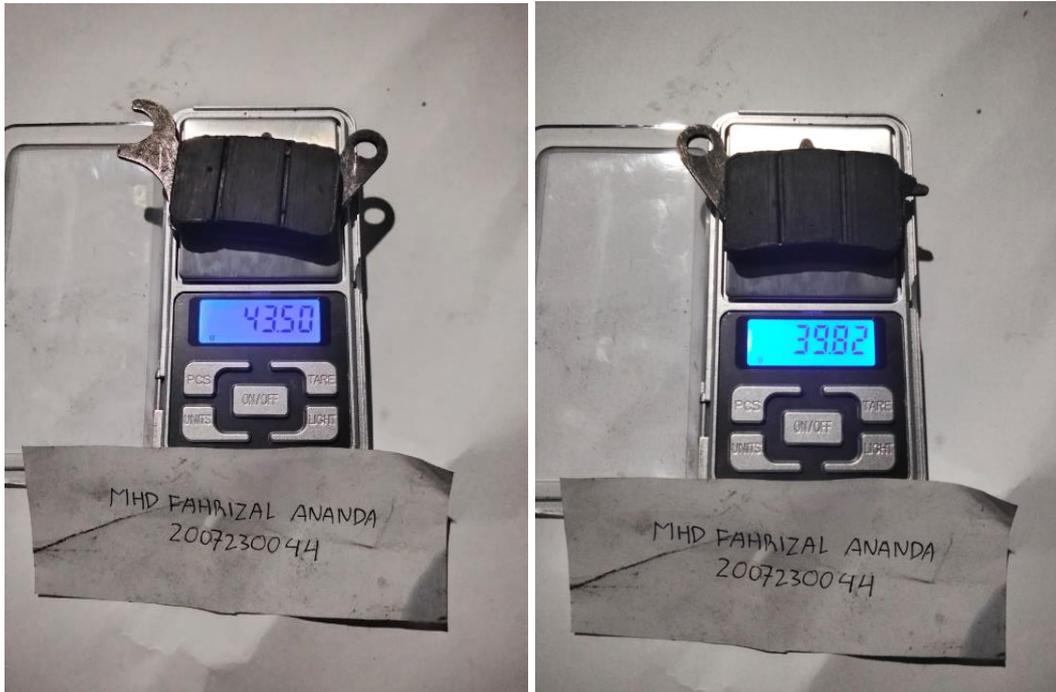
DAFTAR PUSTAKA

- Aminur, A. (2021). Bimbingan Teknis Pembuatan Kampas Rem Cakram Berbahan Komposit Polimer Untuk Sepeda Motor. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(4), 1002–1008. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i4.5892>.
- Elhafid, M. M., Susilo, D. D., & Widodo, P. J. (2017). Pengaruh bahan kampas rem terhadap respon getaran pada sistem rem cakram. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.36289/jtmi.v12i1.28>.
- Morshed, M.M & Haseeb, A.S.M.A. 2004. Physical and Chemical Characteristics of Commercially Available Brake Shoe Lining Materials: A Comparative Study. Dhaka: Materials and Metallurgical Department, Bangladesh University of Engineering and Technology.
- M, D. I., & Ibhadode, A. A. (2006). Determination of Optimum Manufacturing Conditions for Asbestos-free Brake Pad using Taguchi Method. *Nigerian Journal of Engineering Research and Development*, 5(4), 1-8.
- Mursan, Daswarman, and E. Alwi,. 2014. Pengaruh intensitas tekanan kampas 74 rem terhadap tingkat keausan kampas rem sepeda motor yamaha mio tahun 2008. *Automotive Engineering Education Journal*. 1(2): 35-40.
- Nugraha, B. S. 2005. Chasis Sepeda Motor. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Purwanto, B. 2011. Theory and Application of Physics 2. Solo: BILINGUAL.
- Rokhandy, H. 2012. Modifikasi Rem Tromol Pada Honda G1 Pro Menjadi Rem Cakram Dengan Aplikasi Teknologi CBS (Combi Brake System). Tugas Akhir: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rahmadi, G. M. 2017. Penerapan Sistem Pengereman Anti-lock Blocking System (ABS) Pada Setiap Sepeda Motor Matic. Makalah. Universitas Negeri Padang.
- Sutikno. 2008. Pengaruh Komposisi Serbuk Tempurung Kelapa terhadap SifatSifat Fisik dan Mekanik Bahan Gesek Non Asbes untuk Aplikasi Kampas Rem Sepeda Motor. Profesional. *Jurnal Ilmiah Populer dan Teknologi Terapan*. 6(2): 893-904.
- Siahaan I. H., dan H. Y. Sen. 2008. Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Rem Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stasioner. *TEKNOSIM: Jurusan Teknik Mesin dan Industri FT UGM*. Yogyakarta. 391-397.
- Upara, N., & Laksono, T. B. (2019, Januari). Analisa Komparasi Kualitas Produk Kampas Rem Cakram Antara Original Dengan After Market. *Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 1(1), 26-33. Retrieved Januari 6, 2021.

Wahyudi, D., Amelia, 2002, Optimasi Kekerasan Kampas Rem Dengan Metode Desain Eksperimen, Diakses 19 November 2008 dari www.petra.ac.id/~puslit/journals/pdf.php?PublishedID=MES020401 08.

Yani, M., & Lubis, F. (2018). Pembuatan dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat Serat Limbah Plastik Akibat Beban Lendutan. *Jurnal Ilmiah Mekanik Teknik Mesin ITM*, 4(2), 77-84

Lampiran



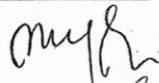
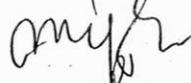
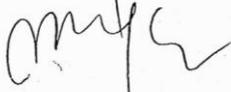
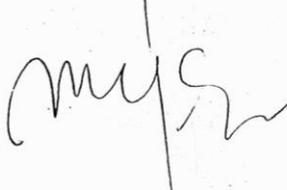
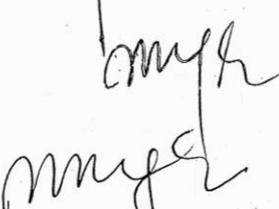
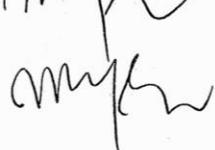
LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN KAMPAS REM SEPEDA MOTOR BERBAHAN KOMPOSIT
SERBUK ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN SERBUK BESI (FERRO)**

Nama : Mhd Fahrizal Ananda

NPM : 2007230044

Dosen Pembimbing : M. Yani, S.T., M.T

No	Hari / Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Senin/18-03-2024	- Penentuan pemberesan TA.	
2.	Senin/13-05-2024	- Perbaiki Bab I	
3.	Senin/13-06-2024	- Perbaiki Bab II	
4.	Senin/24-06-2024	- Periksa Bab III Penulisan rumus	
5.	Senin/08-07-2024	- Aca gambar	
6.	Selasa/12-12-2024	- Perbaiki bab IV - Perbaiki bab V	
7.	Senin/12-01-2025	- Lembar gambar komponen	
8.	Kamis/30-01-2025	- Aca gambar hasil	
9.	Selasa/18-02-2025	- Persiapan berkas sidang	
10.	Sabtu/22-02-2025	- Aca. sidang sarjana	



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Jika menerima surat di luar alamatnya
nomor dan lampiran

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KPI/PT/XI/2022

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id>

fatek@umsu.ac.id

[f umsumedan](#)

[i umsumedan](#)

[t umsumedan](#)

[u umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 391/IL.3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 05 Maret 2024 dengan ini Menetapkan :

Nama : MHD FAHRIZAL ANANDA
Npm : 2007230044
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VIII (DELAPAN)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN KAMPAS REM SEPEDA MOTOR BERBAHAN
KOMPOSIT SERBUK ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN
SERBUK BESI (FERRO)

Pembimbing : M. YANI, ST, MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 24 Sya'ban 1445 H
05 Maret 2024 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



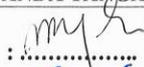
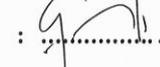
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK Mesin
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

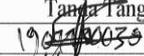
Peserta seminar

Nama : Muhammad Fahrizal Ananda

NPM : 2007230044

Judul Tugas Akhir : Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Besi (Ferra)

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : M. Yani ST.MT	: 
Pembanding – I : Dr Khairul Umurani ST.MT	: 
Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1907230030	Huda Saha	
2	1907230158	SURYANTO AGUNG BUMBUN	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 28 Sya'ban 1446 H
27 Februari 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Fahrizal Ananda
NPM : 2007230044
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Besi (Ferra)

Dosen Pembanding – I : Dr Khairul Umurani ST.MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT
Dosen Pembimbing – I : M. Yani ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....*Program final pembaharuan*.....
.....*tidak sesuai, kelayakan*.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 28 Sya'ban 1446 H
27 Februari 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- 1



Chandra A Siregar ST.MT



Dr Khairul Umurani ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Muhammad Fahrizal Ananda
NPM : 2007230044
Judul Tugas Akhir : Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Besi (Ferra)

Dosen Pembanding – I : Dr Khairul Umurani ST.MT
Dosen Pembanding – II : Chandra A Siregar ST.MT
Dosen Pembimbing – I : M. Yani ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain : *lihat buku tugas aduwin*
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 28 Sya'ban 1446 H
27 Februari 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

Chandra A Siregar ST.MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : MHD FAHRIZAL ANANDA
2. Jenis Kelamin : Laki - Laki
3. Tempat Tanggal Lahir : Saentis, 23 Juli 2001
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : Dusun XIII/Samiaji, Saentis
8. No. Hp : 085362317770
9. Email : fahrizalananda6@gmail.com

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1	SD NEGERI 107402 SAENTIS	2007 - 2013
2	SMP NEGERI 3 PERCUT SEI TUAN	2013 – 2016
3	SMK NEGERI 1 PERCUT SEI TUAN	2016 – 2019
4	TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	2020 - 2025