

**ANALISA KEKUATAN LENTUR DAN KEKERASAN  
KAMPAS REM NON ASBESTOS DENGAN VARIASI  
KANDUNGAN FILLER CANGKANG KELAPA SAWIT**

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat S1 Pada Jurusan Teknik  
Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun Oleh:

**Rahfie Ramadhan**

**3331200025**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON – BANTEN  
2024**

**ANALISA KEKUATAN LENTUR DAN KEKERASAN  
KAMPAS REM NON ASBESTOS DENGAN VARIASI  
KANDUNGAN FILLER CANGKANG KELAPA SAWIT**

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan Mencapai Derajat S1 Pada Jurusan Teknik  
Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun Oleh:

**Rahfie Ramadhan**

**3331200025**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON – BANTEN  
2024**

## TUGAS AKHIR

### Analisa Kekuatan Lentur dan Kekerasan Kampas Rem Non Asbestos dengan Variasi Kandungan Filler Cangkang Kelapa Sawit

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

**Rahfie Ramadhan**  
3331200025

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 03 Juli 2024

Pembimbing Utama

Sunardi, S.T., M.Eng.  
NIP.197312052006041002

Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.  
NIP.198403132019032009

Anggota Dewan Penguji

Slamet Wiyono, S.T., MT.  
NIP.197312182005011001

Miftahul Jannah, S.T., M.T.  
NIP. 199103052020122000

Sunardi, S.T., M.Eng.  
NIP.197312052006041002

Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.  
NIP.198403132019032009

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 24 Juli 2024  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

In. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.  
NIP. 198305102012121006

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Rahfie Ramadhan

NPM : 3331200025

Judul : Analisa Kekuatan Lentur dan Kekerasan Kampas Rem *Non Asbestos*  
dengan Variasi Kandungan *Filler* Cangkang Kelapa Sawit

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

### MENYATAKAN

Bahwa laporan skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya

Cilegon, 18 Juli 2024



Rahfie Ramadhan

NPM. 3331200025

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis Panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir yang berjudul “*Analisa Kekuatan Lentur dan Kekerasan Kampas Rem Non Asbestos Dengan Variasi Kandungan Filler Cangkang Kelapa Sawit*”. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penulis menyadari bahwa, dengan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, memberikan kemudahan bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran, untuk perbaikan dan penyempurnaan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Ibu Dr. Ir. Ni Ketut Caturwati, M.T. Sebagai Dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng sebagai Dosen Pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu, memberi saran serta arahan dan membimbing penulis menyelesaikan proposal Tugas Akhir ini.
4. Ibu Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng sebagai Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu, memberi saran serta arahan dan membimbing penulis menyelesaikan proposal Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T., Dosen Koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik beserta jajarannya yang telah mendidik, mengajar, dan memberikan ilmu yang bermanfaat untuk penulis.
7. Kedua orang tua dan kakak yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan berupa materi maupun doa terbaik kepada penulis.

8. Teman-teman Teknik Mesin UNTIRTA angkatan 2020, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, tapi tidak mengurangi rasa hormat dan terima kasih penulis. Terima kasih atas kebersamaannya, bantuan dan dukungan yang pernah diberikan selama ini.
9. Teman-teman kontrakan konjuring yang telah menemani penulis dari awal perkuliahan, membantu memperbaiki akademik penulis, dan selalu mendukung penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat dijelaskan satu persatu, atas semua bantuan dan dukungan yang diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas bantuan yang diberikan kepada penulis, semoga diberikan balasan kebaikan yang berlimpah dari Allah SWT.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Cilegon, Mei 2024

Penulis

## **ABSTRAK**

# **ANALISA KEKUATAN LENTUR DAN KEKERASAN KAMPAS REM NON ASBESTOS DENGAN VARIASI KANDUNGAN FILLER CANGKANG KELAPA SAWIT**

Disusun Oleh:

**RAHFIE RAMADHAN**

**3331200025**

Kampas rem merupakan bagian penting dari kendaraan bermotor yang berperan dalam mengurangi kecepatan dan menghentikan kendaraan. Serat material asbestos ketika terhirup dapat berdampak pada tubuh dengan menyebabkan asbestosis. Cangkang kelapa sawit muncul sebagai alternatif bahan yang ekonomis dan inovatif dalam pengembangan material kampas rem yang lebih ramah lingkungan. Jika nilai fraksi volume cangkang kelapa sawit berkurang, nilai kelenturan material komposit meningkat. Perbandingan fraksi volume filler cangkang kelapa sawit 20% didapat sebesar 17,908 MPa, pada 15% didapat 20,423 MPa, dan pada 5% yaitu sebesar 29,396 MPa. Pada kekerasan nilai rata-rata kekerasan untuk variasi V1 (20%) adalah 71,13 HRR, yang merupakan nilai tertinggi di antara ketiga variasi. Untuk variasi V2 (15%), nilai rata-rata kekerasan turun menjadi 62,75 HRR. Sedangkan untuk variasi V3 (5%), nilai rata-rata kekerasan lebih rendah lagi, yaitu 46,43 HRR. Dibandingkan dengan nilai kekerasan kampas rem komersil, hanya sampel V1 dan sampel V2 yang memenuhi karena range nilai kekeras kampas rem komersil sebesar 52 HRF-96 HRF.

**Kata Kunci : *Kampas Rem, Komposit, Uji Fisis, Uji Kelenturan, dan Uji Kekerasan***

## **ABSTRACT**

### ***ANALYSIS OF FLEXURAL STRENGTH AND HARDNESS OF NON-ASBESTOS BRAKE PADS WITH VARIATIONS CONTENT OF PALM KERNEL SHELL FILLER***

Arranged By:

**RAHFIE RAMADHAN**

**3331200025**

*Brake pads is an important part of a motor vehicle that plays a role in reducing speed and stopping the vehicle. Asbestos material fibers when inhaled can affect the body by causing asbestosis. Palm kernel shells are emerging as an economical and innovative alternative material in the development of more environmentally friendly brake lining materials. If the volume fraction value of palm kernel shell is reduced, the flexibility value of the composite material increases. The comparison of the volume fraction of 20% palm kernel shell filler is obtained at 17.908 MPa, at 15% it is 20.423 MPa, and at 5% it is 29.396 MPa. The average hardness value for variation V1 (20%) is 71.13 HRR, which is the highest value among the three variations. For variation V2 (15%), the average hardness value dropped to 62.75 HRR. As for the V3 (5%) variation, the average hardness value is even lower, at 46.43 HRR. Compared to the hardness value of commercial brake linings, only sample V1 and sample V2 meet because the range of hardness values of commercial brake linings is 52 HRF-96 HRF.*

**Keywords:** *Brake Pads,, Composites, Physical Test, Flexibility Test, and Hardness Test*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Kampas Rem .....	6
2.2.1 Kampas Rem Asbestos .....	7
2.2.2 Kampas Rem Non Asbestos .....	8
2.3 Komposit .....	8
2.4 Sifat Mekanis Kampas Rem.....	9
2.5 Matriks .....	11
2.6 Penguat .....	12
2.7 Cangkang Kelapa Sawit .....	13
2.8 Graphite .....	15
2.9 Alumina.....	15
2.10 ZnO.....	16
2.11 Serat Bambu .....	16

2.12	Pengujian Kelenturan dan Kekerasan .....	18
2.13	Standard Komersial Kampas Rem .....	19
2.14	Densitas .....	19
2.15	Porositas .....	20
2.16	Serapan Air.....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	22
3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.2.1	Alat yang digunakan.....	24
3.2.2	Bahan yang digunakan .....	27
3.3	Variabel Penelitian .....	30
3.3.1	Variabel Bebas .....	30
3.3.2	Variabel Terikat.....	30
3.3.3	Variabel Kontrol.....	30
3.4	Prosedur Penelitian.....	31
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Data Pegujian Fisik .....	32
4.2	Pengujian Kelenturan .....	38
4.2.1	Perbandingan Modulus Kelenturan dengan Fraksi Volume... 40	
4.2.2	Perbandingan Regangan Pada Titik Patah dengan Fraksi Volume .....	41
4.2.3	Perbandingan Tegangan Lentur Maksimum dengan Fraksi Volume .....	43
4.2.4	Perbandingan Tegangan Pada Titik Patah dengan Fraksi Volume .....	44
4.3	Hubungan Nilai Densitas Terhadap Nilai Kekuatan Lentur dan Nilai Kekerasan .....	45
4.4	Pengujian Kekerasan .....	47
4.5	Perbandingan Nilai Kelenturan dengan Penelitian yang Sudah Ada .	49
4.6	Perbandingan Nilai Kekerasan dengan Penelitian yang Sudah Ada ..	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	52

5.2 Saran..... 53

**DAFTAR PUSTAKA**

**Lampiran**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Rem Tromol.....	7
<b>Gambar 2.2</b> Rem Cakram .....	7
<b>Gambar 2.3</b> Komposit Lapisan.....	9
<b>Gambar 2.4</b> Metode 3 Point Bending .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Pengujian <i>Vickers</i> .....	11
<b>Gambar 2.6</b> Struktur <i>Graphite</i> .....	15
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	23
<b>Gambar 3.2</b> Mesin Uji Lentur.....	25
<b>Gambar 3.3</b> Mesin Uji Kekerasan .....	25
<b>Gambar 3.4</b> Neraca Digital.....	25
<b>Gambar 3.5</b> Oven.....	26
<b>Gambar 3.6</b> Ayakan 80 <i>Mesh</i> .....	26
<b>Gambar 3.7</b> Penggaris.....	26
<b>Gambar 3.8</b> Cetakan Sampel .....	27
<b>Gambar 3.9</b> Mesin <i>Cold Press</i> .....	28
<b>Gambar 3.10</b> <i>Mixer</i> .....	29
<b>Gambar 3.11</b> <i>Alumina Powder</i> .....	30
<b>Gambar 3.12</b> <i>Graphite Powder</i> .....	30
<b>Gambar 3.13</b> <i>Zinc Oxide</i> .....	30
<b>Gambar 3.14</b> Cangkang Kelapa Sawit .....	31
<b>Gambar 3.15</b> Serat Bambu.....	31
<b>Gambar 3.16</b> Resin Epoksi .....	31
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Nilai Densitas Aktual dan Teoritis .....	35
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Nilai Porositas .....	36
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Nilai Daya Serap Air .....	37
<b>Gambar 4.4</b> Uji Kelenturan 3 Point Bending .....	38
<b>Gambar 4.5</b> Grafik modulus lentur Terhadap Fraksi Volume.....	41
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Regangan Terhadap Fraksi Volume .....	42

<b>Gambar 4.7</b> Grafik Tegangan Lentur Maks Terhadap Fraksi Volume.....	44
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Tegangan Lentur pada Titik Patah Terhadap Fraksi Volume.....	45
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Hubungan Kekuatan Lentur dan Densitas.....	46
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Hubungan Kekerasan dan Densitas.....	47
<b>Gambar 4.11</b> Pengujian Kekerasan .....	48
<b>Gambar 4.12</b> Pengujian Kekerasan .....	48

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 4.1</b> Variasi Komposisi Komposit .....	32
<b>Tabel 4.2</b> Data Massa Jenis Bahan .....	32
<b>Tabel 4.3</b> Massa Sebelum dan Sesudah direndam.....	33
<b>Tabel 4.4</b> Nilai Densitas Aktual dan Densitas Teoritis .....	34
<b>Tabel 4.5</b> Nilai Porositas .....	35
<b>Tabel 4.6</b> Nilai Daya Serap Air .....	36
<b>Tabel 4.7</b> Data Sampel Variasi 1 .....	39
<b>Tabel 4.8</b> Data Sampel Variasi 2.....	39
<b>Tabel 4.9</b> Data Sampel Variasi 3.....	39
<b>Tabel 4.10</b> Data Nilai Rata-Rata dari Tiap Sampel.....	39
<b>Tabel 4.11</b> Nilai Kelenturan Pada Penelitian yang Sudah Ada .....	49
<b>Tabel 4.12</b> Nilai Kekerasan Pada Penelitian yang Sudah Ada .....	50

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kampas rem merupakan bagian penting dari kendaraan bermotor yang berperan dalam mengurangi kecepatan dan menghentikan kendaraan. Bantalan rem harus mampu menanggung beban yang lebih besar dari total keseluruhan komponen menunjukkan pentingnya perannya dalam keselamatan. Oleh karena itu, materi konstruksi kampas rem harus dipilih dengan cermat untuk mencapai kinerja pengereman yang optimal. Biasanya, kampas rem dibuat dari bahan asbestos yang dicampur dengan unsur lain seperti SiC, Mn, Zn, atau Co (Yudhanto dkk., 2019).

Serat material asbestos ketika terhirup dapat berdampak pada tubuh dengan menyebabkan asbestosis, sebuah penyakit yang disebabkan oleh paparan serat asbes dalam jangka waktu yang lama, diperkirakan muncul setelah paparan selama 10-30 tahun. Dampak utamanya adalah pembentukan jaringan parut pada paru-paru dan kesulitan bernapas. Efek ini cenderung memburuk secara perlahan seiring dengan perkembangan penyakit, bahkan setelah paparan terhenti (Salawati, 2016).

Cangkang kelapa sawit muncul sebagai alternatif bahan yang ekonomis dan inovatif dalam pengembangan material kampas rem yang lebih ramah lingkungan dibanding dengan bahan asbestos, baik bagi kesehatan manusia maupun memanfaatkan limbah yang sudah terbuang. Penggunaan cangkang kelapa sawit sebagai bahan dalam pengembangan material kampas rem dapat memengaruhi sifat mekaniknya. Cangkang kelapa sawit memiliki beberapa karakteristik yang dapat memperkaya sifat mekanik material, seperti kekerasan yang baik, kepadatan yang tinggi, serta daya tahan terhadap panas dan tekanan. Dengan pertimbangan hal tersebut maka cangkang kelapa sawit digunakan sebagai filler dari komposit pembuatan kampas rem non asbestos (Lestari dan Mora, 2018).

Bambu dan serat alam lainnya semakin populer sebagai bahan penguat polimer untuk material komposit. Ada beberapa alasan di antaranya yang terpenting adalah, serat alam biasanya lebih hemat biaya daripada serat sintetis. Selain itu, densitas rendah serat alam membantu mengurangi total beratnya. Serat alam memiliki kekuatan spesifik tinggi yang menambah kekuatan pada material komposit. Serat alam menjadi lebih diminati karena mudah diakses dan mudah didaur ulang sebagai sumber daya alam. Selain itu, peningkatan kadar selulosa dalam serat alam berkontribusi pada peningkatan modulus young dan kekuatan tarik. Serat bambu alam adalah pilihan yang bagus untuk membuat komposit yang lebih kuat dan berkelanjutan karena gabungan semua aspek ini (Manuputty dan Berhitu, 2010).

Filler cangkang kelapa sawit akan dicampur dengan bahan baku kanvas rem non-asbestos dalam beberapa variasi kadar. Sampel kanvas rem dengan variasi kadar filler tersebut akan diuji kekuatan lenturnya. Hasil pengujian akan dianalisis untuk mengetahui pengaruh kadar filler terhadap kekuatan lentur kanvas rem. Sampel juga diuji kekerasannya menggunakan standar yang sudah ada dan dianalisis hasil untuk mengetahui pengaruh kadar filler terhadap sifat kekerasannya.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Rumusan masalah adalah langkah awal dalam proses penelitian yang bertujuan untuk memahami, merinci, dan menggambarkan masalah yang akan dipecahkan atau diteliti. Adapun rumusan masalah pada skripsi ini yang dapat dilihat sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi proporsi filler cangkang kelapa sawit terhadap kekerasan dan kekuatan lentur kanvas rem non asbestos?
2. Faktor apa saja yang berpengaruh dari proporsi filler cangkang kelapa sawit terhadap sifat mekanik?



### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan adalah hasil atau kondisi yang ingin dicapai atau dipahami melalui pelaksanaan sebuah penelitian. Adapun tujuan dari skripsi ini yang dapat dilihat sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi dan menganalisis bagaimana variasi proporsi filler cangkang kelapa sawit berpengaruh terhadap tingkat kekerasan pada kampas rem non-asbestos.
2. Untuk mengevaluasi dan memahami dampak variasi proporsi filler cangkang kelapa sawit terhadap kekuatan lentur pada kampas rem non-asbestos.
3. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berperan dalam hasil pengaruh proporsi filler cangkang kelapa sawit terhadap sifat mekanik kampas rem non-asbestos, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif dalam pengembangan dan pemilihan bahan dalam pembuatan kampas rem non-asbestos.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam konteks penelitian mengenai analisa kekuatan lentur dan kekerasan kampas rem non asbestos dengan variasi kandungan filler cangkang kelapa sawit, batasan-batasan tertentu diidentifikasi untuk memberikan fokus yang jelas pada ruang lingkup penelitian.

1. Cangkang kelapa sawit digunakan sebagai filler dan serat bambu sebagai penguat komposit.
2. Cangkang kelapa sawit di oven dengan suhu 200°C dengan waktu selama 1 jam.
3. Tekanan *cold press* sebesar 40 bar dengan waktu selama 2 jam.
4. Menggunakan ukuran mesh 80 untuk mengayak filler cangkang kelapa sawit.
5. Perlakuan alkali sebanyak 5% untuk serat bambu dilakukan selama 2 jam.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan dapat berdampak positif dan berkontribusi terhadap pengetahuan, praktik, kebijakan, atau masyarakat secara keseluruhan. Manfaat penelitian skripsi ini dapat dilihat sebagai berikut:

1. Penelitian dapat menghasilkan temuan atau teknologi baru yang dapat digunakan untuk mengembangkan produk atau layanan baru yang lebih efektif, efisien, atau ramah lingkungan.
2. Penelitian dapat memberikan pemahaman baru, teori baru, atau informasi penting terkait material komposit cangkang kelapa sawit.
3. Meningkatkan pembangunan industri otomotif yang lebih berkelanjutan dan bertanggung jawab secara lingkungan karena menghasilkan alternatif bahan yang ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R., dan Hairiyah, N. (2020). Pembuatan Komposit Dari Limbah Plastik Polyethylene Terephthalate (Pet) Berbasis Serat Alam Daun Pandan Laut. *J. Agroindustri*, 10(2), 107-117.
- Bagaskara, A., Widodo, S., dan Pramono, C. (2019). Pengaruh Serbuk Kulit Biji Mangga Sebagai Penguat Komposit Kampas Rem Terhadap Sifat Mekanis. *Jurnal Teknik Mesin MERC (Mechanical Engineering Research Collection)*, 2(2).
- Fachry, H., Afrah, B. D., dan Michael, M. (2011). Pengaruh Penambahan Batubara Lignit Terhadap Kualitas Briket Bioarang Dari Campuran Tandan Kosong Dan Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(6).
- Fahmi, H. (2015). Analisa kekerasan dan fracture toughness alumina diperkuat serbuk aluminium dan tembaga. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1), 42-48.
- Ginting, R. A. P. (2019). Pengaruh Komposisi Pengisi Serta Tekanan Hot Press Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Berpengisi Nano Partikel Zinc Oxide (Zno). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 8(1), 32-36.
- Hao, J., Yi, X., Zong, G., Song, Y., Wang, W., Cheng, H., dan Wang, G. (2021). Fabrication of long bamboo fiber-reinforced thermoplastic composite by extrusion and improvement of its properties. *Industrial Crops and Products*, 173, 114120.
- Institution, B. S. (2019). *Plastics - Determination of flexural properties*. BSI Standard Limited 2019.
- Kristiyanto, K., dan Wijianto, S. (2016). *Analisis komposit dengan penguat serat nanas 40% dan serbuk kayu sengon 60% pada fraksi volume 40%, 50%, 60% bermatrik resin polyester untuk panel akustik Universitas Muhammadiyah Surakarta*].
- Lestari, A., dan Mora, M. (2018). Pengaruh Variasi Massa Batang Pisang dan Cangkang Kelapa Sawit terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Papan Partikel Menggunakan Perak Resin Epoksi. *Jurnal Fisika Unand*, 7(2), 124-129.

- Manuputty, M., dan Berhitu, P. T. (2010). Pemanfaatan material bambu sebagai alternatif bahan komposit pembuatan kulit kapal pengganti material kayu untuk armada kapal rakyat yang beroperasi di daerah Maluku. *Jurnal teknologi*, 7(2), 788-794.
- Matasina, M., Boimau, K., dan Jasron, J. U. (2014). Pengaruh perendaman terhadap sifat mekanik komposit polyester berpenguat serat buah lontar. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 1(2), 47-58.
- Materials, A. S. f. T. a. (2004). *Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials*.
- Murugan, S. S. (2020). Mechanical properties of materials: definition, testing and application. *Int. J. Mod. Stud. Mech. Eng*, 6(2), 28-38.
- Perdana, M. (2019). Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serbuk Cangkang Kelapa Sawit/Epoksi Terhadap Kekerasan Dan Laju Keausan. *Jurnal Ipteks Terapan*, 13(1), 45-54.
- Perdana, M. (2021). Pengaruh Kecepatan Gesek dan Ukuran Serbuk Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Laju Keausan Material Komposit Alam. *TRAKSI*, 21(1), 1-14.
- Salawati, L. (2016). Penyakit Akibat Kerja oleh Karena Paparan Serat Asbes. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 15(1), 44-50.
- Setiadi, B., dan Sulardjaka, S. (2014). Kajian Sifat Fisis Dan Mekanis Material Komposit Dengan Matrik Alsimg Diperkuat Dengan Serbuk Sic. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(4), 480-487.
- Simanjorang, B. P., Abda, S., Isranuri, I., Syam, B., dan Sabri, M. (2017). Pembuatan dan analisa sifat mekanik komposit dengan penguat abu (fly ash) cangkang sawit untuk bahan kampas rem sepeda motor. *Dinamis*, 5(1).
- Sukamto, S. (2012). Analisis Keausan Kampas Rem Pada Sepeda Motor. *JURNAL TEKNIK*, 2(1).
- Sumiyanto, S., Abdunnaser, A., dan Fajri, A. N. (2019). Analisa Pengujian Gesek, Aus Dan Lentur Pada Kampas Rem Tromol Sepeda Motor. *Bina Teknika*, 15(1), 49-59.
- Syawaluddin, S., dan Setiawan, I. A. (2008). Perbandingan Pengujian Mekanis Terhadap Kampas Rem Asbes Dan Non-Asbestos Dengan Melakukan Uji

Komposisi, Uji Kekerasan, Dan Uji Keausan. *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2(2).

Upara, N., dan Laksono, T. B. (2019). Analisis Komparasi Kualitas Produk Kampas Rem Cakram Antara Original dengan After Market. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Inovasi*, 26-33.

Wijayanti, H. (2012). *Pengaruh Penambahan Bahan Serbuk Tembaga dan Grafit terhadap Sifat Mekanik Unsaturated Polyester Universitas Indonesia*].

Yudhanto, F., Dhewanto, S., dan Yakti, S. (2019). Karakterisasi Bahan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serbuk Kayu Jati. *Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia*.

Yudistira, I. (2021). *Analisis Pengaruh Variasi Waktu Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Impact Komposit Polyester Yang Diperkuat Serat Bambu Universitas Pendidikan Ganesha*].