

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH VARIASI CAMPURAN ABU LAYANG BATUBARA**  
**DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP HASIL UJI**  
**KAMPAS REM**

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh :

**AKYAS MAKHTIAR**

20021001

**PROGRAM SARJANA TERAPAN**  
**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF**  
**POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN**  
**TEGAL**  
**2024**

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH VARIASI CAMPURAN ABU LAYANG BATUBARA**  
**DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP HASIL UJI**  
**KAMPAS REM**

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh :

AKYAS MAKHTIAR

20021001

**PROGRAM SARJANA TERAPAN**  
**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF**  
**POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN**  
**TEGAL**  
**2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH VARIASI CAMPURAN ABU LAYANG BATUBARA DAN ARANG**  
**TEMPURUNG KELAPA TERHADAP HASIL UJI KAMPAS REM**

*THE EFFECT OF VARIATIONS IN COAL FLY ASH AND COCONUT SHELL  
CHARCOAL MIXTURES ON BRAKE CLASS TEST RESULTS*

Disusun oleh :

**AKYAS MAKHTIAR**

**20021001**

Telah disetujui oleh :

Pembimbing



**R. Arief Novianto, S.T., M.Sc.**  
**NIP. 19741129 2006041001**

Tanggal, 21 Juni 2024

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH VARIASI CAMPURAN ABU LAYANG BATUBARA DAN ARANG**  
**TEMPURUNG KELAPA TERHADAP HASIL UJI KAMPAS REM**

*THE EFFECT OF VARIATIONS IN COAL FLY ASH AND COCONUT SHELL  
CHARCOAL MIXTURES ON BRAKE CLASS TEST RESULTS*

Disusun oleh :  
**AKYAS MAKHTIAR**  
**20021001**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji:

Pada Tanggal : 28 Juni 2024

Ketua Sidang

**Ethys Pranoto, S.T., M.T.**  
**NIP. 198006022009121001**  
Penguji 1

Tanda tangan



Tanda tangan

**Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T.**  
**NIP. 198307042009121004**  
Penguji 2



Tanda tangan



**R. Arief Novianto, S.T., M.Sc.**  
**NIP. 197411292006041001**

Mengetahui :

Ketua Program Studi  
Teknologi Rekayasa Otomotif



**Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T.**  
**NIP. 198307042009121004**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Akyas Makhtiar  
Notar : 20021001  
Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul **"PENGARUH VARIASI CAMPURAN ABU LAYANG BATUBARA DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP HASIL UJI KAMPAS REM"** ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila Laporan Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya tulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 4 Juli 2024

Menyatakan,



Akyas Makhtiar

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh, Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "**PENGARUH VARIASI CAMPURAN ABU LAYANG BATUBARA DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP HASIL UJI KAMPAS REM**".

Bantuan, bimbingan, motivasi, dan partisipasi semua pihak sangat penting untuk menyelesaikan tugas akhir. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif;
3. Bapak R. Arief Novianto, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa telah membimbing dan mengarahkan dengan penuh semangat dan kesabaran;
4. Kedua orang tua saya serta keluarga besar yang selalu memberikan doa, semangat, dan motivasi yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Rekan-rekan Mahasiswa/i Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal yang sudah membantu serta memberikan dukungan kepada penulis;
6. Pihak lain yang bersangkutan langsung maupun tidak langsung oleh penulis dalam mendukung terselesaikannya tugas akhir sehingga dapat diselesaikan tepat waktu

Semoga tugas akhir yang dibuat oleh penulis dapat bermanfaat bagi pihak yang membaca tugas akhir ini. Dengan berbagai keterbatasan, penulis memohon maaf apabila belum bisa membuatnya dengan sempurna dalam penulisan tugas akhir ini.

Tegal, 1 Juli 2024  
Yang Menyatakan,



Akyas Makhtiar

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiii</b>
<b><i>ABSTRACT</i>.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Batasan Masalah.....	4
I.4 Tujuan Penelitian .....	5
I.5 Manfaat Penelitian .....	5
I.6 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
II.1 Penelitian Relevan.....	7
II.2 Sistem Pengereman .....	9
II.2.1. Sistem pengereman jenis cakram.....	9
II.2.2. Sistem pengereman jenis tromol.....	10
II.3 Kampas Rem .....	11
II.3.1 Kampas rem <i>asbestos</i> .....	11
II.3.2 Kampas rem <i>non asbestos</i> .....	12
II.3.3 Standar kampas rem SAE J661 .....	12
II.4 Komposit .....	13

III.1.1 Bahan penyusun ( <i>Matrix</i> ) .....	13
III.1.2 Bahan penguat ( <i>Reinforcement</i> ) .....	13
II.5 Abu Layang Batubara .....	14
II.6 Arang Tempurung Kelapa .....	16
II.7 Serat <i>Fiberglass</i> .....	17
II.8 Serbuk Aluminium.....	18
II.9 Magnesium Oksida (MgO).....	18
II.10 Resin Epoksi.....	19
II.11 Pengujian Kampas Rem .....	20
II.11.1 Uji kekerasan.....	20
II.11.2 Uji keausan.....	23
II.11.3 Uji ketahanan panas.....	24
II.11.4 Uji massa jenis.....	25
II.11.5 Uji <i>bending</i> .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	29
III.1.1 Lokasi penelitian .....	29
III.1.2 Waktu penelitian .....	29
III.2 Diagram Alir Penelitian .....	30
III.3 Metode Penelitian .....	31
III.4 Variabel Penelitian .....	31
III.5 Alat dan Bahan Penelitian .....	31
III.6 Proses Pembuatan Kampas Rem.....	41
III.7 Pengumpulan dan Analisa Data .....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
IV.1 Uji Massa Jenis .....	48
IV.1.1 Hasil uji massa jenis .....	48
IV.1.2 Pembahasan hasil uji massa jenis .....	52
IV.2 Uji Kekerasan .....	53
IV.2.1 Hasil uji kekerasan .....	53
IV.2.2 Pembahasan hasil uji kekerasan.....	54
IV.3 Uji Keausan.....	54
IV.3.1 Hasil uji keausan .....	54



IV.3.2 Pembahasan hasil uji keausan .....	55
IV.4 Uji Ketahanan Panas .....	56
IV.4.1 Hasil uji ketahanan panas .....	56
IV.4.2 Pembahasan hasil uji ketahanan panas.....	57
IV.5 Uji <i>Bending</i> .....	58
IV.5.1 Hasil uji <i>bending</i> .....	58
IV.5.2 Pembahasan hasil uji <i>bending</i> .....	59
IV.6 Analisa Data Hasil Uji .....	59
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>62</b>
V.1 Kesimpulan .....	62
V.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II. 1</b> Penelitian relevan .....	7
<b>Tabel II. 2</b> Komposisi rem <i>asbestos</i> .....	11
<b>Tabel II. 3</b> Standar kampak rem.....	12
<b>Tabel II. 4</b> Komposisi abu layang ( <i>fly ash</i> ) .....	15
<b>Tabel II. 5</b> Komposisi arang tempurung kelapa.....	16
<b>Tabel II. 6</b> Komposisi <i>fiberglass</i> .....	17
<b>Tabel III. 1</b> Waktu penelitian.....	29
<b>Tabel III. 2</b> Persentase bahan pada spesimen uji kampak rem .....	42
<b>Tabel III. 3</b> Pengumpulan data hasil uji kekerasan <i>vickers</i> .....	44
<b>Tabel III. 4</b> Pengumpulan data hasil uji keausan .....	45
<b>Tabel III. 5</b> Pengumpulan data uji ketahanan panas .....	45
<b>Tabel III. 6</b> Pengumpulan data uji <i>bending</i> .....	46
<b>Tabel III. 7</b> Pengumpulan data hasil uji massa jenis .....	47
<b>Tabel III. 8</b> Analisa perbandingan hasil uji spesimen.....	47
<b>Tabel IV. 1</b> Data komposisi spesimen 1.....	48
<b>Tabel IV. 2</b> Data komposisi spesimen 2.....	49
<b>Tabel IV. 3</b> Data komposisi spesimen 3.....	49
<b>Tabel IV. 4</b> Hasil uji massa jenis.....	51
<b>Tabel IV. 5</b> Hasil uji kekerasan.....	53
<b>Tabel IV. 6</b> Hasil uji keausan.....	55
<b>Tabel IV. 7</b> Hasil uji ketahanan panas .....	56
<b>Tabel IV. 8</b> Hasil uji <i>bending</i> .....	58
<b>Tabel IV. 9</b> Analisa hasil uji kampak rem .....	60
<b>Tabel IV. 10</b> Perbandingan analisa hasil uji kampak rem.....	61

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II. 1</b>	Sistem pengereman cakram .....	10
<b>Gambar II. 2</b>	Sistem pengereman tromol.....	10
<b>Gambar II. 3</b>	Kampas Rem.....	11
<b>Gambar II. 4</b>	Material komposit.....	14
<b>Gambar II. 5</b>	Abu layang batubara kelas F.....	16
<b>Gambar II. 6</b>	Arang tempurung kelapa .....	17
<b>Gambar II. 7</b>	Serat <i>fiberglass</i> .....	18
<b>Gambar II. 8</b>	Serbuk aluminium.....	18
<b>Gambar II. 9</b>	Magnesium oksida .....	19
<b>Gambar II. 10</b>	Resin epoksi .....	20
<b>Gambar II. 11</b>	Uji kekerasan <i>rockweell</i> .....	21
<b>Gambar II. 12</b>	Uji kekerasan <i>brinell</i> .....	22
<b>Gambar II. 13</b>	Uji kekerasan <i>vickers</i> .....	23
<b>Gambar II. 14</b>	Uji keausan <i>ogoshi</i> .....	24
<b>Gambar II. 15</b>	Three point bending .....	27
<b>Gambar II. 16</b>	Four point bending .....	27
<b>Gambar II. 17</b>	Bentuk spesimen uji bending .....	28
<b>Gambar III. 1</b>	Diagram Alir Penelitian .....	30
<b>Gambar III. 2</b>	Cetakan kampas rem.....	32
<b>Gambar III. 3</b>	Ayakan <i>mesh</i> 100 .....	32
<b>Gambar III. 4</b>	Alat penghalus / lumpang .....	33
<b>Gambar III. 5</b>	Timbangan digital .....	33
<b>Gambar III. 6</b>	Alat <i>hot press</i> .....	34
<b>Gambar III. 7</b>	Alat <i>oven vacuum</i> .....	34
<b>Gambar III. 8</b>	Alat uji kekerasan <i>vickers</i> .....	35
<b>Gambar III. 9</b>	Alat uji keausan <i>Ogoshi</i> .....	35
<b>Gambar III. 10</b>	Alat uji ketahanan panas ( <i>Heat Treatment Furnace</i> ).....	36
<b>Gambar III. 11</b>	<i>Universal Testing Machine</i> .....	36
<b>Gambar III. 12</b>	Timbangan analitik.....	37
<b>Gambar III. 13</b>	Jangka sorong .....	37
<b>Gambar III. 14</b>	Alat Pelindung Diri (APD).....	38

<b>Gambar III. 15</b> Abu layang batubara .....	38
<b>Gambar III. 16</b> Serbuk arang tempurung kelapa.....	39
<b>Gambar III. 17</b> Serat <i>fiberglass</i> .....	39
<b>Gambar III. 18</b> Serbuk aluminium .....	40
<b>Gambar III. 19</b> Magnesium oksida .....	40
<b>Gambar III. 20</b> Resin epoksi.....	41
<b>Gambar IV. 4</b> Grafik hasil uji massa jenis.....	52
<b>Gambar IV. 1</b> Grafik hasil uji kekerasan <i>vickers</i> .....	54
<b>Gambar IV. 2</b> Grafik hasil uji keausan.....	55
<b>Gambar IV. 3</b> Grafik hasil uji <i>bending</i> .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Dokumentasi Pembuatan Spesimen Uji Kampas Rem .....	68
<b>Lampiran 2</b>	Dokumentasi Dengan Pengurus Laboratorium .....	68
<b>Lampiran 3</b>	Surat Keterangan Pembuatan Spesimen Kampas Rem .....	69
<b>Lampiran 4</b>	Dokumentasi Pembuatan Spesimen Kampas Rem.....	69
<b>Lampiran 5</b>	Surat Keterangan Pengujian Kekerasan .....	70
<b>Lampiran 6</b>	Dokumentasi Pengujian Kekerasan.....	70
<b>Lampiran 7</b>	Surat Keterangan Pengujian Keausan .....	71
<b>Lampiran 8</b>	Dokumentasi Pengujian Keausan .....	71
<b>Lampiran 9</b>	Surat Keterangan Pengujian <i>Bending</i> .....	72
<b>Lampiran 10</b>	Dokumentasi Pengujian <i>Bending</i> .....	72
<b>Lampiran 11</b>	Dokumentasi Pengujian Ketahanan Panas.....	73
<b>Lampiran 12</b>	Dokumentasi Pengujian Massa Jenis .....	73

## INTISARI

Kampas rem merupakan salah satu komponen dari sistem pengereman yang sangat penting bagi kendaraan yang bertugas untuk mengurangi laju dari kendaraan. Kampas rem perlu menggunakan bahan yang aman dari senyawa *asbestos*. Akan tetapi saat ini masih ditemukan kampas rem *aftermarket* yang beredar masih menggunakan bahan *asbestos*, padahal hal bahan asbestos telah dilarang karena mengandung senyawa karsinogenik. Oleh karena itu, perlu dikembangkan bahan kampas rem yang ramah lingkungan, seperti yang terbuat dari abu layang batubara (ALB) dan arang tempurung kelapa (ATK).

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh variasi campuran antara abu layang batubara dan arang tempurung kelapa terhadap hasil uji kampas rem dengan standar SAE J661. Variasi campuran untuk spesimen 1 (ALB 15%, ATK 35%), spesimen 2 (ALB 25%, 25%), spesimen 3 (ALB 35%, ATK 15%). Pengujian yang dilakukan diantaranya seperti; kekerasan, keausan, ketahanan panas, massa jenis, dan *bending*.

Hasil penelitian ini menemukan bahwa hasil uji kekerasan terbaik ada pada spesimen 3 dengan nilai 26,74 HV. Hasil uji keausan terbaik ada pada spesimen 1 dengan nilai  $1,92E-06$  mm<sup>2</sup>/kg. Hasil uji massa jenis terbaik ada pada spesimen 3 dengan nilai 1,81 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil uji *bending* terbaik pada spesimen 1 dengan nilai 928,8 N/cm<sup>2</sup>. Untuk hasil uji ketahanan panas terbaik ada pada spesimen 3 hanya mengalami retakan dan tidak hancur. Pada penelitian ini dapat disimpulkan variasi pada spesimen 3 memiliki karakteristik paling baik di bandingkan dengan variasi pada spesimen lainnya.

Kata Kunci: abu layang batubara, arang tempurung kelapa, kampas rem, komposit.

## **ABSTRACT**

*Brake pads are a crucial component of the braking system responsible for reducing the speed of a vehicle. Brake pads need to use materials that are safe from asbestos compounds. However, aftermarket brake pads that still use asbestos are currently found in the market, even though asbestos has been banned due to its carcinogenic properties. Therefore, there is a need to develop environmentally friendly brake pad materials, such as those made from coal fly ash (ALB) and coconut shell charcoal (ATK).*

*This study uses an experimental method to determine the effect of varying mixtures of coal fly ash and coconut shell charcoal on brake pad tests according to SAE J661 standards. The mixture variations for specimen 1 (15% ALB, 35% ATK), specimen 2 (25% ALB, 25% ATK), and specimen 3 (35% ALB, 15% ATK). The tests conducted include hardness, wear, heat resistance, density, and bending.*

*The results of this study found that the best hardness test result was on specimen 3 with a value of 26.74 HV. The best wear test result was on specimen 1 with a value of  $1.92E-06$  mm<sup>2</sup>/kg. The best density test result was on specimen 3 with a value of 1.81 g/cm<sup>3</sup>. The best bending test result was on specimen 1 with a value of 928.8 N/cm<sup>2</sup>. For the best heat resistance test result, specimen 3 only experienced cracking and did not crumble. This study concludes that the variation in specimen 3 has the best characteristics compared to the variations in the other specimens.*

*Keywords: coal fly ash, coconut shell charcoal, brake pads, composite.*