

***ALUMINIUM MATRIX COMPOSITE (AMC) BERPENGUAT
KERAMIK OKSIDA SEBAGAI BAHAN MATERIAL
PENGANTI *DISC BRAKE* KENDARAAN RINGAN***

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun oleh

FADHIL HIDAYATULLAH RAZAAN

3331190047

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2024

***ALUMINIUM MATRIX COMPOSITE (AMC) BERPENGUAT
KERAMIK OKSIDA SEBAGAI BAHAN MATERIAL
PENGANTI *DISC BRAKE* KENDARAAN RINGAN***

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun oleh

Fadhil Hidayatullah Razaan

3331190047

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON - BANTEN**

2024

TUGAS AKHIR

Alumunium Matrix Composite (AMC) Berpenguat keramik Oksida Sebagai Bahan Material Pengganti Disc Brake Kendaraan Ringan

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

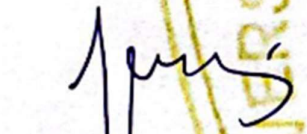
Fadhil Hidayatullah Razaan
3331190047

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 25 Januari 2024

Pembimbing Utama



Iman Saefullah, S.T., M.Eng
NIP.197212072005011001



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

Anggota Dewan Penguji



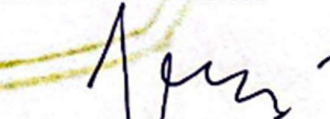
Sunardi, S.T., M.Eng
NIP.197312052006041002



Dedy Triawan Suprayogi, ST., M. Eng., Ph. D.
NIP. '198206212022031001



Iman Saefullah, S.T., M.Eng
NIP.197212072005011001



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

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



Tanggal, 28 Februari 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



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

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Fadhil Hidayatullah Razaan

NPM : 3331190047

Judul : *Aluminium Matrix Composite* (AMC) Berpenguat Keramik Oksida
Sebagai Bahan Material Pengganti *Disc Brake* Kendaraan Ringan

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

MENYATAKAN

Bahwa skripsi/tugas akhir ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, Februari 2024



Fadhil Hidayatullah Razaan

NPM. 3331190047

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “*Aluminium Matrix Composite (AMC) Berpenguat Keramik Oksida Sebagai Bahan Material pengganti Disc Brake Kendaraan Ringan*”. Penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk melengkapi persyaratan menyelesaikan Stata-1 (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Kemudian penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penyusunan laporan tugas akhir ini, antara lain yaitu:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M. Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memerikan nasihat dan dorongan kepada Penulis.
3. Bapak Iman Saefuloh, S.T., M. Eng selaku Pembimbing I penulis yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T. selaku coordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa serta Pembimbing II penulis yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ibu dosen dan Staff Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Bapak Sofyan Rezhaly dan Ibu Yuyun Wahyuni selaku kedua orang tua penulis dan juga keluarga penulis yang selalu mendoakan dan mendukung apapun untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Angkatan 2019.

ABSTRAK

ALUMINIUM MATRIX COMPOSITE (AMC) BERPENGUAT KERAMIK OKSIDA SEBAGAI BAHAN MATERIAL PENGGANTI DISC BRAKE KENDARAAN RINGAN

FADHIL HIDAYATULLAH RAZAAN

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Penggunaan material *disc brake* berbahan dasar ferro (*cast iron* dan *steel*) masih dominan, sementara *disc brake* berbahan aluminium masih terbatas. Padahal, paduan aluminium memiliki keunggulan berat ringan yang dapat mereduksi bobot kendaraan secara optimal, meningkatkan ketahanan aus komponen, dan efisiensi bahan bakar. Pembuatan material *aluminium matrix composite (AMC)* berpenguat SiC dan Al₂O₃ ini dilakukan dengan menggunakan metode *stir casting* dengan 3 variasi komposisi yang berbeda. Untuk mengetahui sifat mekanik dari AMC ini, dilakukan beberapa pengujian, antara lain pengujian kekerasan, pengujian tarik, pengujian dampak dan pengujian SEM. Kekuatan Tarik material AMC ini pada variasi 1, variasi 2 dan variasi 3 berturut turut 101,367; 117,530; dan 131,583 N/mm². Kekerasan AMC berpenguat keramik oksida SiC dan Al₂O₃ pada variasi 1, variasi 2 dan variasi 3 berturut turut 84,4; 86,25; 89,05 HRB. Nilai Dampak material ini pada variasi 1, variasi 2 dan variasi 3 berturut turut 1,823; 1,838; dan 1,842 J/mm². Pengujian SEM pada variasi 3 terlihat memiliki porositas yang lebih sedikit dan persebaran bahan penguat yang lebih baik dari pada variasi lainnya. Berdasarkan hasil pengujian material, material AMC ini cukup layak untuk menggantikan material *disc brake* yang umumnya masi terbuat dari material besi cor.

Kata Kunci: *aluminium matrix composite*, besi cor, *disc brake*, sifat mekanik

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Komposit	7
2.2.1 Pengertian Komposit	7
2.2.2 Klasifikasi Material Komposit	8
2.2.3 <i>Aluminium Matrix Composite</i> (AMC).....	10
2.3 Partikel Penguat Aluminium Matrix Composite.....	11
2.3.1 Al_2O_3 (Alumina).....	11
2.3.2 SiC (Silikon Karbida).....	11
2.3.3 Mg (Magnesium).....	11
2.4 Metode Stir Casting.....	11
2.5 Pengujian Material	13
2.5.1 Pengujian Merusak (<i>Destructive Test</i>)	13
2.5.2 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	15
2.6 <i>Disc Brake</i> Kendaraan Ringan	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Diagram Alir	18
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	19
3.2.1	Alat yang digunakan.....	19
3.2.2	Bahan yang digunakan	24
3.3	Variable Penelitian	26
3.4	Prosedur Penelitian.....	26
3.3.1	Prosedur Pembuatan Spesimen.....	26
3.3.2	Prosedur Pengujian Tarik	29
3.3.3	Prosedur Pengujian Kekerasan	30
3.3.4	Prosedur Pengujian Impak.....	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengecoran Material <i>Aluminium Matrix Composite</i>	32
4.2	Hasil Pengujian Tarik.....	33
4.3	Hasil Pengujian Kekerasan.....	35
4.4	Hasil Pengujian Impak	37
4.5	Hasil Pengujian SEM	39
4.6	Pembahasan	42

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	45
5.2	Saran.....	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023) bahwa jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus mengalami peningkatan yang signifikan. Hingga akhir tahun 2021 diketahui bahwa jumlah kendaraan mencapai 141.992.573 buah yang terdiri dari mobil penumpang (16.413.348 unit), mobil bis (237.566 unit), mobil barang (5.229.361 unit), dan sepeda motor (120.042.298 unit). Perkembangan jumlah kendaraan bermotor dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1.1 Perkembangan jumlah kendaraan bermotor menurut jenis
(sumber: Badan Pusat Statistik)

Jenis Kendaraan Bermotor	Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (unit)		
	2019	2020	2021
Mobil Penumpang	15.592.419	15.797.746	16.413.348
Mobil Bis	231.569	233.261	237.566
Mobil Barang	5.021.888	5.083.405	5.299.361
Sepeda Motor	112.771.136	115.023.039	120.142.298
Jumlah	133.617.012	136.137.451	141.992.573

Data menunjukkan bahwa jumlah kendaraan mengalami peningkatan setiap tahun. Hal ini menjadi peluang untuk industri otomotif, suku cadang dan perawatan tetap tumbuh di masa mendatang. Namun demikian, konsekuensi dari semakin tingginya jumlah kendaraan juga menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah kecelakaan lalu lintas. Data Korlantas Polri (2019) menunjukkan bahwa ada sekitar 32% penyebab kecelakaan adalah terganggunya sistem pengereman, yakni tingginya suhu pada sistem pengereman dan menyebabkan *vapor lock*. Kondisi ini yang menyebabkan turunnya daya cengkram pengereman pada kampas rem. Performa rem menjadi tidak optimal akibat terbentuknya angin palsu, yang menyebabkan

rem blong. Rem berfungsi untuk mengendalikan laju kendaraan bermotor ketika

berjalan. Dengan demikian kondisi rem yang selalu prima sangat dibutuhkan dalam rangka menjaga keselamatan manusia maupun kendaraan itu sendiri.

Lawal et al. menyebutkan ada beberapa karakteristik disc brake, yaitu (Lawal dkk., 2019):

1. Material aman digunakan dan ramah lingkungan.
2. Mampu menahan tekanan kontak yang tinggi.
3. Tahan terhadap kondisi lingkungan, seperti debu, tekanan dan kelembaban.
4. Memiliki gaya gesek dan kekuatan geser yang tinggi.
5. Tahan terhadap temperatur tinggi

Dalam system pengereman terdapat 2 komponen inti yang saling bergesekan yaitu Kampas Rem dan *disc brake*, dimana kampas rem terbuat dari bahan asbes, bahan organic (resin), semi metalik, bahan keramik, *sintered full metal*, sedangkan untuk bahan disc brake adalah cast iron, stainless steel, carbon, dan aluminium. Konsep kerja dari sistem disc brake adalah piringan metal dijepit oleh kanvas rem (*brake pad*) yang didorong oleh sebuah torak yang ada didalam disc brake. Untuk menjepit disc brake piringan ini diperlukan tenaga yang cukup kuat. Guna untuk memenuhi kebutuhan tenaga ini.

Saat ini penggunaan material *disc brake* yang berbahan dasar ferro (*Cast iron* dan *steel*) masih mendominasi penggunaannya sedangkan penggunaan disc brake berbahan aluminium masih terbatas, padahal material jenis paduan aluminium adalah jenis material yang mempunyai sifat yang ringan sehingga dapat mereduksi berat secara optimal rasio kekuatan/berat dalam mengurangi berat kendaraan otomotif, karena perkembangan industri otomotif berupaya mengurangi bobot kendaraannya karena hal tersebut dapat berpengaruh terhadap meningkatnya ketahanan aus komponen serta meningkatkan efisiensi bahan bakar sebagaimana dibuktikan oleh penelitian ekstensif menjadi komposit berbasis aluminium (Rao dkk., 2011; Agbeleye, dkk., 2020).

Salah satu area yang dipertimbangkan untuk bobot potensial reduksi adalah sistem rem. Sebagian besar mobil saat ini dibuat dengan cakram rem yang terdiri dari kaliper dan rotor berventilasi. Kaliper dan rotor biasanya terbuat dari besi cor ulet dan abu-abu besi cor masing-masing. Aluminium cor dan logam berbasis aluminium komposit matriks (MMC) rotor rem memberikan sebanyak 45-61% pengurangan bobot pada sistem pengereman (Sarip and Day, 2015). Namun, batasan utama penggunaan paduan aluminium adalah sifatnya yang lunak, oleh karena itu: kebutuhan untuk penguatannya dengan bahan kekuatan-kekakuan tinggi seperti SiC, TiC, TiB₂, B₄C, Al₂O₃, dan Si₃N₄ (Jimoh dkk., 2012). Bahan-bahan tersebut merupakan agen penguat untuk aluminium matriks komposit untuk aplikasi keausan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, didapatkan rumusan masalah dalam penelitian kali ini. Rumusan masalah dalam penelitian kali ini adalah bagaimana kelayakan sifat mekanik *Aluminium Matrix Composite* (AMC) yang diperkuat dengan keramik oksida menggunakan metode *stir casting* yang akan digunakan sebagai pengganti material disc brake kendaraan ringan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian kali ini untuk menjawab rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, berikut tujuan penelitian ini.

1. Menganalisa sifat mekanik AMC yang diperkuat dengan keramik oksida dengan variasi yang berbeda-beda.
2. Menganalisa kelayakan AMC yang diperkuat dengan keramik oksida untuk menggantikan material disc brake kendaraan ringan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini dapat memberikan pengetahuan baru untuk masyarakat bahwa *disc brake* dengan material AMC memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan *disc brake* yang sudah umum digunakan saat ini.
2. *Disc brake* dengan material AMC lebih banyak digunakan pada kendaraan ringan guna menaikkan kualitas material *disc brake* kendaraan ringan.
3. *Disc brake* dengan material AMC dapat lebih dipertimbangkan oleh produsen komponen kendaraan ringan untuk lebih banyak diproduksi agar masyarakat dapat dengan mudah mendapatkan *disc brake* yang lebih berkualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbeleye, A. A., et al. "Tribological properties of aluminium-clay composites for brake disc rotor applications." *Journal of King Saud University-Science* 32.1 (2020): 21-28.
- Arifin, Amir, and Junaidi Junaidi. "Pengaruh parameter stir casting terhadap sifat mekanik aluminium matrix composite (amc)." *flyweel: Jurnal Teknik Mesin Untirta* 1.1 (2017).
- Arifin, Amir, and Mirsyah Rahmawan Gunawan. "Fabrikasi dan Karakteristik Sifat Fisik dan Mekanik Produk Stir Casting Komposit Daur Ulang Aluminium dengan Penambahan 26, 30 dan 34 wt % Fly Ash." (2018).
- Badan Pusat Statistik. "*Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 2015-2021*". Badan Pusat Statistik (2023). Jakarta.
- Faruqi, Muhammad Syarifudin Al. "Rancang Bangun Dan Uji Alat Tribometer Tipe Pin On Disk." (2014).
- Hartono, Mochammad Rifai, and Handoko Subawi. *Pengenalan teknik komposit*. Deepublish, 2016.
- Hidayat, Wahyu. "Analisis Tegangan Geser, Momen dan Tegangan Lentur Maksimal untuk Pembuatan Pisau pada Rancang Bangun Mesin Pemecah Buah Kakao Kapasitas 2 Ton/Jam." (2019).
- Hidayat, Wahyu. "Klasifikasi dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material." (2019).
- Iwana, Raka Aditya Ras. *Pengukuran Kekuatan Luluh, Kekuatan Tarik, Modulus Elastisitas Dan Keliatan Besi Cor Kelabu*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2023.
- Jimoh, Abdul, Iakovos Sigalas, and Mathias Hermann. "In situ synthesis of titanium matrix composite (Ti-TiB-TiC) through sintering of TiH₂-B₄C." (2012).
- Jones, R.M., *Mechanics of Composite Material*, Virginia: Taylor & Francis. (1999)
- Juwandi, T., and Jenne Syarif. "Analisa pengaruh variasi arus pengelasan GTAW pada baja AISI 1050 terhadap sifat fisik dan mekanis." *Journal of Welding Technology* 3.1 (2021): 1-5.

- Lawal, et al. "*Production and characterization of brake pad developed from coconut shell reinforcement material using central composite design.*" SN Applied sciences 1 (2019): 1-16.
- Rahmalina, Dwi. "Uji Performasi Disc Brake Sepeda Motor Material Komposit Matriks Aluminium Berpenguat Partikel Keramik." AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin 3.1 (2017): 36-40.
- Ramadhan, Asep Romi, Gugun Gundara, and Acep Wagiman. "Effect of Size of Polyester Matrix Coconut Coir Powder on Bending Test and Scanning Electron Microscopy (SEM) Test." REM (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal 8.1 (2023): 21-28.
- Ramnath, B. Vijaya (et.al). 2014. Aluminium Metal Matrix Composites – A Review. Advanced Study Center Co. Ltd., 38: 55-60.
- Rao, R. N., and S. Das. "Effect of SiC content and sliding speed on the wear behaviour of aluminium matrix composites." Materials & Design 32.2 (2011): 1066-1071.
- Samwijaya, Dody, Darmanto Darmanto, and Imam Syafa'at. "Analisis Keausan Kampas Rem Pada Disc Brake Dengan Variasi Lubang Disc Brake." Majalah Ilmiah Momentum 15.1 (2019).
- Sarip, Shamsul, and J. Day Andrew. "An experimental study on prototype lightweight brake disc for regenerative braking." Jurnal Teknologi 74.1 (2015).
- Senen, Senen. "Karakterisasi Blok Rem Kereta Api Berbahan Besi Cor dan Al-sic Berdasarkan Kekuatan Uji Tarik dan Harga Impak." Teknik 33.1 (2012): 42-45.
- Singh, Mandeep, et al. "Design and Analysis of an Automobile Disc Brake Rotor by Using Hybrid Aluminium Metal Matrix Composite for High Reliability." Journal of Composites Science 7.6 (2023): 244.
- Sowjanya K., Suresh S. 2013. Structural Analysis of Disc Brake Rotor. International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT) Volume 4: No. 7: 2295-2298.

- Sunardi, Sunardi, Mohamad Fawaid, and Muhammad Fikri Rasyid Noor. "Variasi campuran fly ash batubara untuk material komposit." *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta* 2.1 (2015).
- Tentrem, Titi, and Antonius F. Nababan. "Pengujian Mineral Liat pada Contoh Tanah dengan Metode Difraksi X-Ray (XRD)." (2019)
- Wacono, Deri Dagi., Sulardjaka. 2014. Pengaruh Persentase Berat Serbuk SiC terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Komposit dengan Matriks AlSiTiB yang Diperkuat Serbuk SiC. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 2(3): 239-248.
- Wahid, Ichlas, and Maula Nafi. "Experimental Observation on The Changes of Microstructure Grain of Al-Coal Ash Composite under T6 Heat Treatment." (2017).
- Widodo, Basuki, and Anang Subardi. "Pengujian Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Aluminium Matrix Composite (Amc) Berpenguat Partikel Silikon Karbida (SiC) dan Alumina (AL₂O₃)." *Prosiding SENIATI 5.2* (2019): 295-303.