



**PENGARUH VOLUME FRAKSI *ANADARA GRANOSA*
TERHADAP KETAHANAN EROSI MATERIAL AI 6061**

SKRIPSI

FAUZI TAUFIQ RASYADI

2110311007

UNIVERSITAS PEMBAGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2025



**PENGARUH VOLUME FRAKSI ANADARA GRANOSA
TERHADAP KETAHANAN EROSI MATERIAL AL 6061**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

**FAUZI TAUFIQ RASYADI
2110311007**

**UNIVERSITAS PEMBAGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Fauzi Taufiq Rasyadi
NIM : 2110311007
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : PENGARUH VOLUME FRAKSI ANADARA GRANOSA
TERHADAP KETAHANAN EROSI MATERIAL Al 6061

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Penguji Utama



Sigit Pradana, S.T., M.T.

Penguji Lembaga



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T.,

M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.Eng.).

Penguji III (Pembimbing)



Ir. Fahrudin, S.T., M.T.

Kepala Program Studi Teknik Mesin

- Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 21 November 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Fauzi Taufiq Rasyadi
NIM : 2110311007
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : PENGARUH VOLUME FRAKSI ANADARA GRANOSA
TERHADAP KETAHANAN EROSI MATERIAL Al 6061

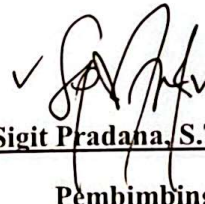
Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,



(Dr. Eng. Riki Hendra Purba., S.T., M.Eng.)

Pembimbing 1



(Sigit Pradana, S.T., M.T.)

Pembimbing 2

Mengetahui,



Ir. Fahrudin S.T., M.T.

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fauzi Taufiq Rasyadi
NIM : 2110311007
prodi : Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 21 November 2025

A yellow rectangular revenue stamp with a decorative border. It contains the text "STAMPAN BERUJUK" vertically on the left, "1" at the top right, "METERAI TEMPEL" in the center, and "CANX144345910" at the bottom. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

(Fauzi Taufiq Rasyadi)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fauzi Taufiq Rasyadi
NIM : 2110311007
Fakultas : Teknik
Program studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**” PENGARUH VOLUME FRAKSI ANADARA GRANOSA
TERHADAP KETAHANAN EROSI MATERIAL Al 6061”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi/PKL saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 21 November 2025
Yang menyatakan



(Fauzi Taufiq Rasyadi)

PENGARUH VOLUME FRAKSI ANADARA GRANOSA TERHADAP KETAHANAN EROSI MATERIAL Al 6061

Fauzi Taufiq Rasyadi

ABSTRAK

Limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) berpotensi dimanfaatkan sebagai penguat pada komposit logam karena kandungan kalsium oksida (CaO) dan magnesium oksida (MgO). Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi fraksi volume serbuk *Anadara granosa* terhadap ketahanan erosi, kekerasan, dan mikrostruktur komposit aluminium paduan Al 6061. Spesimen dibuat dengan metode pengecoran menggunakan matriks Al 6061 dan variasi fraksi volume serbuk 0%, 5%, 10%, dan 15%. Uji ketahanan erosi dilakukan dengan metode *sand blasting* pada sudut tumbukan 30° dan tekanan 0,49 MPa menggunakan pasir silika (SiO₂) sebagai *erodent*. Kekerasan diuji dengan metode *Vickers*, sedangkan mikrostruktur diamati menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi fraksi volume serbuk *Anadara granosa* memengaruhi sifat mekanik dan ketahanan erosi. Penambahan 10% penguat menghasilkan peningkatan kekerasan serta ketahanan erosi terbaik dibandingkan spesimen lain. Namun, pada 15% terjadi penurunan performa akibat distribusi partikel yang tidak homogen, aglomerasi, dan terbentuknya void. Analisis SEM mengonfirmasi bahwa spesimen 5% dan 10% memiliki ikatan matriks–penguat yang lebih rapat, sedangkan pada 15% terlihat porositas dan *pull-out* partikel. Dengan demikian, variasi optimal penguat serbuk *Anadara granosa* dalam komposit Al 6061 adalah 10%, yang memberikan keseimbangan antara peningkatan sifat mekanik, ketahanan erosi, dan kestabilan mikrostruktur.

Kata kunci: Al 6061, *Anadara granosa*, komposit, erosi, kekerasan.

THE EFFECT OF ANADARA GRANOSA VOLUME FRACTION ON THE EROSION RESISTANCE OF AL 6061 MATERIAL

Fauzi Taufiq Rasyadi

ABSTRACT

Blood cockle shell (Anadara granosa) waste has potential as reinforcement in metal matrix composites due to its calcium oxide (CaO) and magnesium oxide (MgO) content. This study aims to analyze the effect of Anadara granosa powder volume fraction on the erosion resistance, hardness, and microstructure of Al 6061 composites. The specimens were fabricated using Al 6061 as the matrix with reinforcement variations of 0%, 5%, 10%, and 15% through casting and standard material preparation. Erosion resistance was tested using the sand blasting method at a 30° impact angle and 0.49 MPa nozzle pressure with silica sand (SiO₂) as the erodent. Hardness was measured by the Vickers method, while microstructure was observed using a Scanning Electron Microscope (SEM). The results show that the variation of reinforcement significantly influences the mechanical properties and erosion resistance. The addition of 10% Anadara granosa powder produced the highest hardness and erosion resistance compared to other specimens. However, at 15%, performance decreased due to particle agglomeration, voids, and non-uniform distribution. SEM analysis confirmed better matrix–reinforcement bonding at 5% and 10%, while porosity and particle pull-out were evident at 15%. In conclusion, the optimal reinforcement fraction of Anadara granosa powder in Al 6061 composites is 10%, which provides the best balance of mechanical properties, erosion resistance, and microstructural stability.

Keywords: Al 6061, Anadara granosa, composite, erosion, hardness.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas rahmat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian yang berjudul “PENGARUH VOLUME FRAKSI *ANADARA GRANOSA* TERHADAP KETAHANAN EROSI KOMPOSIT Al 6061”. Penelitian ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan akademis untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terwujud dengan baik dengan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung dan tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih terutama kepada:

1. Ibu, Ayah, dan Adik penulis atas nama doa, dukungan dan kasih sayangnya.
2. Bapak Dr. Eng. Riki Hendra Purba., S.T., M. Eng selaku Dosen pembimbing satu.
3. Bapak Sigit Pradana, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing dua.
4. Anugerah Sentosa Tehnik atas penyedia sarana dan prasarana penyusunan penelitian ini.
5. Bapak Dr. Ir Muchamad Octaviandri S.T., M.T., IPM., ASEAN. Eng selaku Plt. Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
6. Bapak Ir. Fahrudin ST., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
7. Dosen-dosen Teknik Mesin UPN Veteran Jakarta yang telah memberi ilmunya sebagai pedoman dalam penyusunan penelitian ini.
8. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat dan motivasi penulis.
9. Pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, November 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tribologi	7
2.1.1. Sejarah Tribologi	7
2.2. Keausan	10
2.2.1. Sejarah Keausan	11
2.2.2. Ruang Lingkup Keausan	12
2.2.3. Mekanisme Keausan	14

2.3.	<i>Erosive Wear</i> (Keausan Erosi)	30
2.3.1.	Sejarah Keausan Erosi.....	31
2.3.2.	Jenis-jenis Keausan Erosi (<i>Erosive Wear Modes</i>)	32
2.3.3.	Mekanisme Keausan Erosi (<i>Mechanism Erosive Wear</i>).....	34
2.4.	Faktor yang Mempengaruhi Laju Erosi	38
2.4.1.	Pengaruh Partikel Erosi (Bentuk, Ukuran dan Flux Rates) pada Laju Keausan Erosi.....	39
2.4.2.	Pengaruh Kondisi Lingkungan (Sudut Tumbukan (<i>Impingement Angle</i>), Kecepatan Tumbukan (<i>Impact Speed</i>), dan Suhu (<i>Temperature</i>)) pada Laju Keausan Erosi	43
2.4.3.	Pengaruh Kekerasan Material pada Laju Keausan Erosi	46
2.4.4.	Pengaruh Media Erosi pada Keausan Erosi	46
2.5.	Material Teknik.....	48
2.5.1.	Klasifikasi Material.....	48
2.6.	Aluminium dan Paduannya	52
2.6.1.	Klasifikasi Aluminium.....	53
2.6.2.	Sifat Aluminium.....	53
2.7.	Al 6061.....	54
2.8.	Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>)	55
2.8.1.	Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>) sebagai <i>Reinforcement</i>	56
2.9.	Komposit.....	57
2.10.	Klasifikasi Komposit.....	58
2.10.1.	Berdasarkan Matriks	58
2.10.2.	Berdasarkan Jenis Penguat.....	59
2.11.	Metode Pembuatan Komposit.....	60
2.11.1.	Hand Lay-up	60

2.11.2.	<i>Injection Molding</i>	60
2.11.3.	Furnace	61
2.12.	Kaidah Pencampuran Komposit (<i>Rules of Mixture</i>)	61
2.13.	Struktur Mikro.....	63
BAB 3 METODE PENELITIAN		65
3.1.	Waktu Penelitian	65
3.2.	Tempat Penelitian.....	65
3.3.	Diagram Alir Penelitian	66
3.4.	Prosedur Penelitian.....	66
3.4.1.	Studi Literatur	67
3.4.2.	Persiapan Bahan dan Alat	67
3.4.3.	Pembuatan Spesimen Pengujian	67
3.4.4.	<i>Grinding & Polishing</i>	68
3.4.5.	Pengujian.....	68
3.4.6.	Analisis Data dan Pembahasan	68
3.4.7.	Kesimpulan	69
3.5.	Alat dan Bahan.....	69
3.5.1.	Alat.....	69
3.5.2.	Persiapan Bahan	73
3.6.	Desain Spesimen Pengujian	74
3.7.	Pembuatan Spesimen	74
3.8.	Pengujian Struktur Mikro.....	75
3.8.1.	Pengamplasan (<i>grinding</i>) Spesimen Uji.	75
3.8.2.	Melakukan <i>Polishing</i>	76
3.8.3.	Melakukan <i>Etching</i>	76
3.8.4.	Melakukan Observasi menggunakan Mikroskop Optik.....	76

3.8.5.	Melakukan Pengambilan Gambar	76
3.8.6.	Mendapatkan Gambar Struktur Mikro	76
3.9.	Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	76
3.9.1.	Persiapan Spesimen.....	77
3.9.2.	Pengaturan Alat Uji.....	77
3.9.3.	Proses Indentasi.....	77
3.9.4.	Pengukuran Dimensi Indentasi	78
3.9.5.	Perhitungan Nilai Kekerasan <i>Vickers</i>	78
3.9.6.	Pencatatan dan Analisis Data	78
3.10.	Pengujian Keausan Erosi menggunakan <i>Sand Blasting</i>	79
3.10.1.	Menyiapkan Spesimen Uji	80
3.10.2.	Menyiapkan Partikel Abrasif	80
3.10.3.	Menyesuaikan Parameter Uji	80
3.10.4.	Proses Pengujian	80
3.10.5.	Analisis Hasil Pengujian	81
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		83
4.1.	Mikrostruktur	83
4.2.	Laju Erosi Material	87
4.3.	Kekerasan Material	89
4.4.	Mekanisme Keausan	90
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		93
5.1.	Kesimpulan	93
5.2.	Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Di zaman kuno, sekitar 200.000 tahun lalu, manusia menggosokkan tongkat ke permukaan kayu, sehingga menciptakan api.....	8
Gambar 2.2. Wanita Palestina Menggiling Gandum Menggunakan Alat Quern ..	9
Gambar 2.3. Relief kuno yang menampilkan pemanfaatan roda sekitar 3500 SM.....	9
Gambar 2.4. Bangsa Mesir memindahkan Colossus pada tahun 1880 SM. Lukisan di dalam sebuah gua di El Bersheh	10
Gambar 2.5. Mekanisme Keausan Abrasif.....	14
Gambar 2.6. Mekanisme Keausan Abrasif <i>Two</i> dan <i>Three body</i>	15
Gambar 2.7. Mekanisme Keausan Adhesi, Pemindahan Material dan Deformasi Plastik dari Keausan Keausan	16
Gambar 2.8. Ilustrasi skematis dari Proses Inisiasi dan Propagasi Retak Permukaan pada Kelelahan Fatigue	18
Gambar 2.9. Ilustrasi Skematis dari Mekanisme Pembentukan Partikel Keausan Akibat Pertumbuhan Retak yang dimulai di Permukaan dan Contoh Pembentukan Partikel Keausan akibat Kelelahan pada Besi Cor.	19
Gambar 2.10. Model 'Struktur Transformasi Tribologis' dalam <i>fretting</i>	21
Gambar 2.11. Mekanisme Keausan Difusi.....	22
Gambar 2.12. Mekanisme Keausan <i>Impact</i>	23
Gambar 2.13. Mekanisme <i>Melting Wear</i>	24
Gambar 2.14. Model-Model Interaksi Keausan Korosi dan Permukaan yang Terdampak Aus	25
Gambar 2.15. Mekanisme Keausan Oksidatif pada kecepatan <i>Sliding</i> Tinggi ...	27
Gambar 2.16. Mekanisme Keausan Oksidatif pada kecepatan <i>Sliding</i> Rendah..	28
Gambar 2.17. Mekanisme Keausan Kavitasi: a) Mekanisme Pecahnya Gelembung dan b) Bukti Eksperimental Kerusakan Akibat Kavitasi pada Permukaan Logam (indium)	29
Gambar 2.18. Ilustrasi Keausan Erosi	30
Gambar 2.19. Klasifikasi Jenis Keausan Erosi.....	32
Gambar 2.20. Mekanisme Abrasi	34
Gambar 2.21. Mekanisme Kelelahan (<i>Fatigue</i>)	35

Gambar 2.22. Mekanisme Deformasi Plastis	35
Gambar 2.23. Mekanisme <i>Surface Melting</i>	36
Gambar 2.24. Mekanisme <i>Macroscopic Impact</i>	37
Gambar 2.25. Mekanisme <i>Microscopic Impact</i>	37
Gambar 2.26. Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Laju Keausan Erosi	40
Gambar 2.27. Representasi Skematik dari Pengaruh Sudut Tumbukan Terhadap Laju Keausan Material <i>Brittle</i> dan <i>Ductile</i>	42
Gambar 2.28. Pengaruh Suhu (<i>Temperature</i>) pada Laju Keausan Erosi.....	44
Gambar 2.29. Pengaruh Media terhadap Sudut Tumbukan Partikel	46
Gambar 2.30. Kerang darah (<i>Anadara Granosa</i>)	54
Gambar 2.31. Klasifikasi Komposit	58
Gambar 3.1. Anugrah Sentosa Teknik	64
Gambar 3.2. Laboratorium Manufaktur dan Material UPNVJ.....	64
Gambar 3.3. Diagram Alir Penelitian.....	65
Gambar 3.4. <i>Furnace</i> / Tungku	68
Gambar 3.5. Mesin <i>Grinding & Polishing</i>	68
Gambar 3.6. Timbangan	69
Gambar 3.7. Mesin Sandblasting.....	69
Gambar 3.8. <i>Mechanical Drawing</i> Mesin <i>Sand Blasting</i>	70
Gambar 3.9. Mikroskop Optik.....	70
Gambar 3.10. Mesin Pengujian Kekerasan / <i>Vickers</i>	71
Gambar 3.11. Pinset	71
Gambar 3.12. Sarung Tangan	71
Gambar 3.13. Amplas.....	72
Gambar 3.14. Kikir.....	72
Gambar 3.15. Al 6061	72
Gambar 3.16. Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>).....	73
Gambar 3.17. Desain Spesimen Pengujian.....	73
Gambar 3.18. Proses pembuatan spesimen komposit Al 6061 berpenguat Cangkang Kerang Darah (<i>Anadara Granosa</i>).....	74
Gambar 3.19. <i>Schematic View Sand Blasting</i>	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Mechanical Properties</i> Al 6061 (Christy et al., 2010).....	54
Tabel 2.2. <i>Chemical Composition</i> Al 6061 (Christy et al., 2010).....	53
Tabel 2.3. <i>Chemical Composition</i> Andara Granosa (Nayan & Hafli, 2022).....	55
Tabel 2.4. <i>Mechanical Properties</i> Andara Granosa (Nayan & Hafli, 2022).....	55
Tabel 3.1. Tabel Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	77
Tabel 3.2. Tabel Hasil Pengujian Laju Erosi.....	81
Tabel 4.1. Hasil Laju Erosi dari Setiap Volume Fraksi.....	87
Tabel 4.2. Hasil Kekerasan <i>Vickers</i> dari Setiap Volume Fraksi.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Laju Erosi dari Setiap Volume Fraksi

Lampiran 2 Data Hasil Pengujian *Vickers* dari Setiap Volume Fraksi