



**STUDI KOMPARATIF KEAUSAN *SLIDING* PADA MATERIAL BAJA
DALAM BEBERAPA VARIASI PEMBEBANAN DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

RIZKI FITRIADI

2210311085

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2026



**STUDI KOMPARATIF KEAUSAN *SLIDING* PADA MATERIAL BAJA
DALAM BEBERAPA VARIASI PEMBEBANAN DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA**

SKRIPSI

RIZKI FITRIADI

2210311085

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

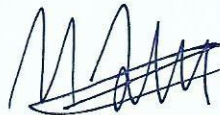
2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Rizki Fitriadi
NIM : 2210311085
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Studi Komparatif Keausan *Sliding* Pada Material Baja
Dalam Beberapa Variasi Pembebanan Dengan Metode
Elemen Hingga

Telah berhasil dipertahankan di hadapan 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.



M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.

Penguji Utama



Sigit Pradana S.T., M.T.

Penguji Lembaga



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

M.Eng.

Penguji III (Pembimbing)



Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah,

S.T., M.T., IPM

Dekan Fakultas Teknik



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

Kepala Program Studi S-1 Teknik

Mesin

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal Ujian : 8 Januari 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Rizki Fitriadi
NIM : 2210311085
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Studi Komparatif Keausan *Sliding* Pada Material Baja
Dalam Beberapa Variasi Pembebanan Dengan Metode
Elemen Hingga

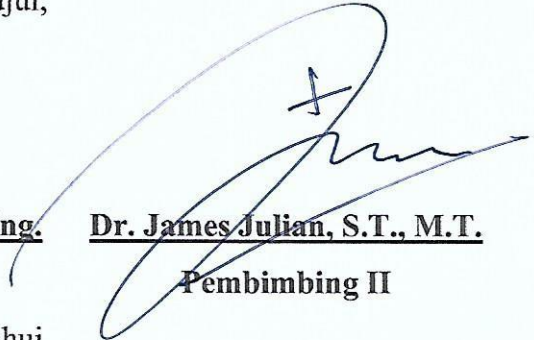
Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,



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

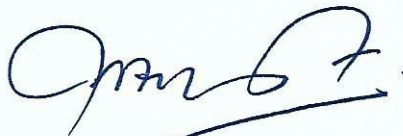
Pembimbing I



Dr. James Julian, S.T., M.T.

Pembimbing II

Mengetahui,



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

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Rizki Fitriadi
NIM : 2210311085
Program Studi : Teknik Mesin

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

Jakarta, 8 Januari 2026

Yang menyatakan,



Rizki Fitriadi

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizki Fitriadi
NIM : 2210311085
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 :

“STUDI KOMPARATIF KEAUSAN *SLIDING* PADA MATERIAL BAJA DALAM BEBERAPA VARIASI PEMBEBANAN DENGAN METODE ELEMEN HINGGA”

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 8 Januari 2026

Yang menyatakan,



Rizki Fitriadi

STUDI KOMPARATIF KEAUSAN *SLIDING* PADA MATERIAL BAJA DALAM BEBERAPA VARIASI PEMBEBANAN DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Rizki Fitriadi

ABSTRAK

Keausan *sliding* merupakan salah satu mekanisme degradasi permukaan yang umum terjadi pada komponen mesin yang mengalami kontak geser berulang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan karakteristik keausan *sliding* pada material AISI 440C, AISI 431, AISI 630, M50, dan Stellite 6 menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Analysis*). Simulasi dilakukan dengan konfigurasi *ball-on-disc* pada variasi beban kontak sebesar 10 N, 20 N, dan 30 N. Model keausan yang digunakan mengacu pada hukum Archard dengan pendekatan deformasi plastis. Parameter yang dianalisis meliputi *wear depth* dan *volume wear* sebagai indikator laju keausan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan beban kontak meningkatkan *wear depth*, deformasi permukaan, dan *volume wear* pada seluruh material, serta mendorong perubahan mekanisme keausan dari *scratching* pada beban rendah menuju *ploughing* pada beban tinggi. AISI 431 konsisten menunjukkan *wear depth* paling dangkal dan deformasi permukaan paling terkendali, yang mengindikasikan ketahanan keausan lokal terbaik. Sebaliknya, AISI 440C menghasilkan keausan tertinggi akibat dominasi mekanisme *ploughing* dan deformasi plastis yang signifikan. Material AISI 630 dan Stellite 6 menunjukkan performa keausan pada tingkat menengah. Meskipun M50 memiliki *wear depth* menengah, material ini menunjukkan *volume wear* paling kecil dan stabil terhadap peningkatan beban. Secara keseluruhan, ketahanan *sliding wear* dipengaruhi oleh distribusi tegangan dan deformasi plastis material.

Kata Kunci: *sliding wear*, FEA, *ball-on-disc*, variasi beban

***COMPARATIVE STUDY OF SLIDING WEAR ON STEEL
MATERIAL UNDER SEVERAL LOAD VARIATIONS USING
THE FINITE ELEMENT METHOD***

Rizki Fitriadi

ABSTRACT

Sliding wear is one of the most common surface degradation mechanisms occurring in mechanical components subjected to repeated sliding contact. This study aims to analyze and compare the sliding wear characteristics of AISI 440C, AISI 431, AISI 630, M50, and Stellite 6 using the Finite Element Analysis (FEA) method. Simulations were performed using a ball-on-disc configuration with contact load variations of 10 N, 20 N, and 30 N. The wear model was based on Archard's law with a plastic deformation approach. The results show that increasing contact load generally increases wear depth, surface deformation, and wear volume for all materials, while promoting a transition in wear mechanisms from scratching at low loads to ploughing at higher loads. AISI 431 exhibits the shallowest wear depth and the most controlled surface deformation, indicating superior local wear resistance. In contrast, AISI 440C produces the highest wear due to the dominance of ploughing and severe plastic deformation. AISI 630 and Stellite 6 demonstrate intermediate wear performance. Although M50 shows a moderate wear depth, it exhibits the lowest and most stable wear volume with increasing load. Overall, sliding wear resistance is governed by stress distribution and plastic deformation behavior rather than hardness alone.

Keywords: *sliding wear*, FEA, ball-on-disc, Load variation

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang berjudul " STUDI KOMPARATIF KEAUSAN *SLIDING* PADA MATERIAL BAJA DALAM BEBERAPA VARIASI PEMBEBANAN DENGAN METODE ELEMEN HINGGA" ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak wawasan dan pengalaman yang sangat berharga serta dukungan penuh. Pengalaman ini tentu memberikan kontribusi besar dalam pengembangan pengetahuan dan keterampilan penulis di bidang teknik mesin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan karunia-Nya kepada penulis sehingga berhasil menyelesaikan proposal skripsi dengan baik;
2. Orang tua dan keluarga, yang selalu memberikan dukungan moral dan material kepada penulis;
3. Bapak Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M. Eng., selaku dosen pembimbing I dalam penulisan proposal skripsi yang telah membimbing dan memotivasi;
4. Bapak Dr. James Julian, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan proposal skripsi ini;
5. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan proposal skripsi ini;
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan;

7. Teman-teman dari KSM REKSA yang telah memberikan dukungan secara moral demi kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini;
8. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Mesin'22 yang telah menemani, memberikan dukungan serta doa guna kelancaran penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan bukanlah hal yang mudah dicapai, begitu pula dalam penyusunan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila masih terdapat kekeliruan, baik yang disengaja maupun tidak. Segala bentuk kritik dan saran yang diberikan akan menjadi bahan berharga untuk perbaikan penelitian di masa mendatang. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan secara umum serta bidang teknik mesin secara khusus.

Jakarta, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN 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	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Keausan	5
2.2 Jenis-jenis Keausan.....	6
2.2.1 <i>Adhesive Wear</i>	6
2.2.2 <i>Abrasive Wear</i>	7
2.2.3 <i>Tribochemical Wear</i>	9
2.2.4 <i>Fatigue Wear</i>	10
2.2.5 <i>Impact Wear</i>	11
2.2.5 <i>Sliding Wear</i>	12
2.3 Faktor-faktor yang Memengaruhi Keausan <i>Sliding</i>	14
2.3.1 Material.....	14
2.3.2 Beban Normal (<i>Load</i>)	14
2.3.3 Kecepatan Geser (<i>Sliding Speed</i>)	14
2.3.4 Pelumasan.....	15

2.3.5 Kekasaran Permukaan	15
2.3.6 Lingkungan Operasi.....	15
2.4 Material Penelitian.....	16
2.4.1 AISI 440C.....	16
2.4.2 AISI 431	16
2.4.3 AISI 630 (17-4 PH Stainless Steel).....	17
2.4.4 M50 Steel.....	17
2.4.5 Stellite 6.....	18
2.5 Metode Elemen Hingga	18
2.5.1 Elemen	19
2.5.2 Mesh.....	20
2.5.3 Modified Johnson Cook.....	21
BAB 3 METODE PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2 Identifikasi Masalah.....	24
3.2.1 Studi Literatur	24
3.2.2 Prosedur Penelitian	24
3.2.3 Permodelan Geometri	24
3.2.4 Parameter Material.....	25
3.2.5 Meshing dan Bunday Condition	25
3.2.6 Simulasi	26
3.2.7 Pengumpulan Data.....	26
3.2.8 Pengolahan Data	26
3.2.9 Mesh Convergence.....	26
3.2.10 Validasi.....	26
3.2.11 Data analisis.....	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Gambaran Umum Simulasi.....	28
4.1.1 Validasi Model.....	28
4.2 Hasil Simulasi <i>Sliding Wear</i>	30
4.2.1 Wear Depth.....	30
4.2.2 Distribusi Deformasi	32
4.2.3 Effective Stress.....	35
4.3 Perbandingan Ketahanan Keausan Antar Material	37

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis-jenis Keausan	6
Gambar 2. 2 Ilustrasi Kontak Pada 2 Permukaan.....	6
Gambar 2. 3 Ilustrasi proses terlepasnya material akibat adhesi	7
Gambar 2. 4 Jenis-jenis Abrasif.....	8
Gambar 2. 5 Mekanisme Keausan Abrasif.....	9
Gambar 2. 6 Mekanisme impact wear	11
Gambar 2. 7 Skema uji ball-on-disc (ASTM G99)	13
Gambar 2. 8 Bentuk Elemen (Tjong, 2021)	19
Gambar 2. 9 contoh nodes (Isworo & Ansyah, 2018).....	20
Gambar 2. 10 Contoh Meshing Generation (Nurisa, 2019)	20
Gambar 2. 11 Parameter skewness.....	21
Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian	23
Gambar 3. 2 Geometri simulasi.....	24
Gambar 3. 3 3D Geometry Mesh (a) Ball & (b) Disc	25
Gambar 4. 1 Gambaran simulasi spesimen	28
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan simulasi FEA dengan penelitian (Bastola et al., 2022)	29
Gambar 4. 3 Jumlah Mesh	29
Gambar 4. 4 Grafik wear depht 5 material dengan load 20 N, 30 N	30
Gambar 4. 5 Grafik wear depht 5 material dengan load 10 N	31
Gambar 4. 6 Resultant displacement material AISI 431 & AISI 440C load 30 N	34
Gambar 4. 7 Resultant displacement material AISI 431 & AISI 440C load 20 N	34
Gambar 4. 8 Resultant displacement material AISI 431 & AISI 440C load 10 N	34
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan Maximum stress (von-mises stress) material M 50 pada load 10,20,30N).....	35
Gambar 4. 10 Effective stress material M 50 load 30 & 20 N.....	36
Gambar 4. 11 Effective stress material M 50 load 10 N.....	36

Gambar 4. 12 Perbandingan volume keausan dari 5 material dengan 3 variasi beban	37
--	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Chemical Composition of M50 Steel.....	17
Tabel 3. 1 Material Properties.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Distribusi Deformasi

Lampiran 2. Cross Section Material