



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

SKRIPSI

DODY RIFALDI

2210311096

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2026



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

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
teknik**

DODY RIFALDI

2210311096

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2026

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Dody Rifaldi
NIM : 2210311096
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Studi Komparatif Keausan *Sliding* Pada Material Baja Dalam Beberapa Variasi Kecepatan Dengan Metode Elemen Hingga

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.



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

Penguji Utama



Fritzy Wahyuni, S.Si., M.Eng.

Penguji II 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 S1 Teknik Mesin

Ditetapkan di: Jakarta

Tanggal Ujian: 27 Juli 2026

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Dody Rifaldi
NIM : 2210311096
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Studi Komparatif Keausan *Sliding* Pada Material Baja Dalam Beberapa Variasi Kecepatan Dengan Metode Elemen Hingga

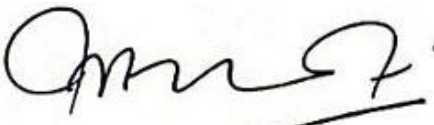
Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,


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


Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN. Eng
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 : Dody Rifaldi
NIM : 2210311096
Program Studi : Teknik Mesin

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

Jakarta, 27 Juli 2026

Yang menyatakan,



Dody Rifaldi

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Dody Rifaldi
NIM : 2210311096
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi

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 KECEPATAN 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, 27 Juli 2026

Yang menyatakan,



Dody Rifaldi

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

Dody Rifaldi

ABSTRAK

Penelitian ini membandingkan karakteristik keausan geser pada material AISI 440C, AISI 431, AISI 630, M50, dan Stellite 6 menggunakan simulasi Metode Elemen Hingga pada perangkat lunak. Pengujian mengadopsi model kontak *ball-on-disc* dengan beban konstan 10 N pada variasi kecepatan 200 rpm, 400 rpm, dan 600 rpm. Volume keausan diprediksi menggunakan hukum Archard, sedangkan perilaku deformasi dinamis dimodelkan dengan persamaan *Modified Johnson-Cook*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan tidak berbanding lurus dengan keparahan keausan. Pada 400 rpm, fenomena pengerasan regangan menurunkan volume keausan pada baja M50 dan AISI 440C. Namun, pada 600 rpm, akumulasi regangan dan panas memicu pengelupasan dan mekanisme pembajakan permukaan yang parah. Secara keseluruhan, baja M50 menunjukkan ketahanan aus yang paling superior di semua variasi kecepatan. Disimpulkan bahwa ketahanan aus suatu material sangat dipengaruhi oleh kemampuannya menahan laju deformasi plastis saat kontak terjadi, bukan sekadar kekerasan awalnya.

Kata Kunci: Keausan Geser, Metode Elemen Hingga, Bantalan, *Modified Johnson-Cook*, Baja M50.

**COMPARATIVE STUDY OF SLIDING WEAR ON STEEL
MATERIALS UNDER VARIOUS SPEED VARIATIONS USING
FINITE ELEMENT METHOD**

Dody Rifaldi

ABSTRACT

This study compares the sliding wear characteristics of AISI 440C, AISI 431, AISI 630, M50, and Stellite 6 using Finite Element Analysis (FEA) simulation in software. The test adopted a ball-on-disc contact model with a constant 10 N load at speeds of 200 rpm, 400 rpm, and 600 rpm. Wear volume was predicted using Archard's Wear Law, while dynamic deformation behavior was modeled with the Modified Johnson-Cook equation. The simulation results indicate that an increase in speed does not correlate linearly with wear severity. At 400 rpm, the strain rate hardening phenomenon reduced the wear volume in M50 and AISI 440C. However, at 600 rpm, the accumulation of strain and heat triggered flaking and severe ploughing mechanisms. Overall, M50 steel demonstrated the most superior wear resistance across all speed variations. It is concluded that a material's wear resistance is strongly influenced by its ability to withstand the rate of plastic deformation during contact, rather than solely its initial hardness.

Keywords: *Sliding Wear, Finite Element Method, Bearing, Modified Johnson-Cook, M50 Steel.*

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 KECEPATAN GESER 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 skripsi yang telah membimbing dan memotivasi;
4. Bapak Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT., IPM., ASEAN Eng, selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan persetujuan mengenai penulisan 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 skripsi ini;
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa perkuliahan;

7. Seluruh teman seperjuangan Teknik Mesin'22 yang telah memberikan dukungan serta doa guna kelancaran skripsi ini;
8. Seluruh teman-teman konsentrasi material yang memberi dukungan lebih selama penulisan 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.

Depok, Juli 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
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Keausan	4
2.2 Jenis-jenis Keausan.....	5
2.2.1 <i>Adhesive Wear</i>	6
2.2.2 <i>Abrasive Wear</i>	7
2.2.3 <i>Tribochemical Wear</i>	8
2.2.4 <i>Fatigue Wear</i>	9

2.2.5	<i>Impact Wear</i>	10
2.2.6	<i>Sliding Wear</i>	11
2.3	Faktor-faktor yang Memengaruhi Keausan <i>Sliding</i>	14
2.3.1	Material	14
2.3.2	Beban Normal (<i>Load</i>)	15
2.3.3	Kecepatan Geser (<i>Sliding Speed</i>)	15
2.3.4	Pelumasan	15
2.3.5	Kekasaran Permukaan	15
2.3.6	Lingkungan Operasi	16
2.4	Material Penelitian	16
2.4.1	AISI 440C	16
2.4.2	AISI 431	17
2.4.3	AISI 630	18
2.4.4	M50 <i>Steel</i>	18
2.4.5	Stellite 6	19
2.5	Metode Elemen Hingga	19
2.5.1	Elemen	20
2.5.2	<i>Mesh</i>	21
2.5.3	<i>Modified Johnson Cook</i>	23
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Diagram Alir Penelitian	25
3.2	Identifikasi Masalah	26
3.3	Studi Literatur	27
3.4	Prosedur Penelitian	27
3.4.1	Permodelan Geometri	28
3.4.2	Parameter Material	28
3.4.3	<i>Meshing dan Boundary Condition</i>	29
3.4.4	Simulasi	30
3.4.5	Pengumpulan Data	30
3.4.6	Pengolahan Data	30

3.4.7	<i>Mesh Convergence</i>	30
3.4.8	Validasi	31
3.4.9	Data analisis	31
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Gambaran Umum Simulasi	32
4.1.1	Validasi Model.....	33
4.2	Hasil Simulasi <i>Sliding Wear</i>	35
4.2.1	<i>Wear Depth</i>	35
4.2.2	Distribusi Deformasi.....	38
4.2.3	<i>Effective Stress</i>	42
4.3	Perbandingan Ketahanan Keausan Antar Material.....	46
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis-jenis Keausan (Bhushan, 2013).....	5
Gambar 2. 2 Ilustrasi Kontak Pada 2 Permukaan (ASM <i>Handbook</i> , 2017).....	6
Gambar 2. 3 Jenis-jenis Abrasif (Bhushan, 2013).....	7
Gambar 2. 4 Mekanisme Keausan Abrasif (Bhushan, 2013).	8
Gambar 2. 5 Mekanisme <i>impact wear</i> (ASM <i>Handbook</i> , 2017).....	10
Gambar 2. 6 skema uji <i>ball-on-disc</i> (Lai et al., 2019).....	13
Gambar 2. 7 Bentuk Elemen (Tjong, 2021)	21
Gambar 2. 8 Contoh <i>nodes</i> (Isworo & Ansyah, 2018)	21
Gambar 2. 9 Contoh <i>Meshing Generation</i> (Nurisa, 2019).	22
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	25
Gambar 3. 2 Geometri simulasi.....	28
Gambar 3. 3 <i>Mesh</i> heksahedral.....	29
Gambar 4. 1 Gambaran simulasi	32
Gambar 4. 2 Grafik perbandingan FEA dengan penelitian (Bastola et al., 2022) dengan material Stellite 20 (<i>ball</i>) dan Haynes 25 (<i>Disc</i>)	33
Gambar 4. 3 Jumlah elemen	34
Gambar 4. 4 Grafik <i>wear depth</i> dengan kecepatan 200 rpm	35
Gambar 4. 5 Grafik <i>wear depth</i> dengan kecepatan 400 rpm	36
Gambar 4. 6 Grafik <i>wear depth</i> dengan kecepatan 600 rpm	37
Gambar 4. 7 <i>Resultant displacement</i> material AISI 431 & AISI 440C kecepatan 200 rpm	39
Gambar 4. 8 <i>Resultant displacement</i> material AISI 431 & AISI 440C kecepatan 400 rpm	40
Gambar 4. 9 <i>Resultant displacement</i> material AISI 431 & AISI 440C kecepatan 600 rpm	41
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan <i>maximum stress</i> material M50.....	42
Gambar 4. 11 <i>Effective Stress</i> material M 50 pada kecepatan putar 200 rpm....	43
Gambar 4. 12 <i>Effective Stress</i> material M 50 pada kecepatan putar 400 rpm....	44
Gambar 4. 13 <i>Effective Stress</i> material M 50 pada kecepatan putar 600 rpm....	45
Gambar 4. 14 Perbandingan volume keausan dari 5 material dengan 3 variasi kecepatan putar.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi kimia M50 <i>Steel</i> (Liu et al., 2022).....	18
Tabel 3. 1 Material Properties	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Effective Stress* material M50

Lampiran 2 Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1 dan 2