



**PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP LAJU
KEAUSAN EROSI BAJA SKD11**

SKRIPSI

ARBI MAULANA

2110311001

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2025



**PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP LAJU
KEAUSAN EROSI BAJA SKD11**

SKRIPSI

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

ARBI MAULANA

2110311001

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2025

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Arbi Maulana
NIM : 2110311001
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP LAJU
KEAUSAN EROSI BAJA SKD11

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.


Sigit Pradana, S.T., M.T.
Penguji Utama


Ir. Fahrudin, 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 : Arbi Maulana

NIM : 2110311001

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP LAJU
KEAUSAN EROSI BAJA SKD11

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



Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing 2

Mengetahui,



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

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Arbi Maulana
NIM : 2110311001
Program Studi : 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

Yang menyatakan,



Arbi Maulana

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Saya yang akan bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arbi Maulana

NIM : 2110311001

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 PERLAKUAN PANAS TERHADAP LAJU KEAUSAN
EROSI BAJA SKD11"**

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,



Arbi Maulana

PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP LAJU KEAUSAN EROSI BAJA SKD11

Arbi Maulana

ABSTRAK

Keausan erosi menjadi salah satu penyebab utama penurunan kinerja komponen industri, sehingga diperlukan upaya peningkatan ketahanan material melalui perlakuan panas. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas terhadap ketahanan erosi baja SKD11 dengan membandingkan kondisi *as-cast*, *quenching*, *normalizing*, dan *annealing*. Metode penelitian meliputi proses perlakuan panas berupa *quenching* dengan media pendinginan oli, *normalizing*, dan *annealing* pada suhu 1000°C dengan waktu tahan 1 jam. Spesimen diuji menggunakan metode Pengujian kekerasan *Vickers* untuk mengukur kekerasan, *sand blasting* pada sudut tumbukan 30° dengan tekanan *nozzle* 0,49 MPa menggunakan pasir silika (SiO₂) untuk menentukan laju erosi, serta SEM-EDS dan XRD untuk mengamati perubahan mikrostruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi *quenching* menghasilkan kekerasan tertinggi dan laju erosi terendah akibat terbentuknya struktur *martensite* dengan distribusi karbida yang homogen. Kondisi *annealing* memiliki kekerasan paling rendah didominasi matriks γ -*austenite*, sedangkan *normalizing* memberikan hasil menengah dengan keseimbangan sifat mekanik. Adapun kondisi *as-cast* menunjukkan kekerasan lebih rendah dibanding *quenching* namun lebih tinggi dari *annealing*, dengan ketahanan erosi yang relatif lebih rendah akibat matriks *austenite* dan *eutectic carbide*. Kesimpulannya, perlakuan *quenching* terbukti paling efektif dalam meningkatkan ketahanan erosi baja SKD11.

Kata Kunci: Baja SKD11, Perlakuan Panas, Mikrostruktur, Kekerasan, dan Keausan Erosi

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE EROSIVE WEAR RATE OF SKD11 STEEL

Arbi Maulana

ABSTRACT

Erosive wear is one of the main causes of performance degradation in industrial components; therefore, efforts to improve material resistance through heat treatment are necessary. This study aims to investigate the effect of heat treatment on the erosion resistance of SKD11 steel by comparing as-cast, quenching, normalizing, and annealing conditions. The heat treatment was carried out at 1000°C for 1 hour, followed by oil quenching, normalizing, and annealing processes. The specimens were tested using the Vickers hardness test to measure hardness, sand blasting at a 30° impact angle with 0.49 MPa nozzle pressure using silica sand (SiO₂) to determine erosion rate, and further analyzed by SEM-EDS and XRD to observe microstructural changes. The results showed that the quenched condition produced the highest hardness and the lowest erosion rate due to the formation of martensite structure with homogeneous carbide distribution. The annealed condition exhibited the lowest hardness dominated by γ -austenite matrix, while normalizing resulted in intermediate values with a balanced mechanical property profile. Meanwhile, the as-cast condition showed lower hardness than quenching but higher than annealing, with relatively reduced erosion resistance due to austenitic matrix and eutectic carbides. In conclusion, quenching proved to be the most effective treatment in improving the erosion resistance of SKD11 steel.

Keywords: *SKD11 Steel, Heat Treatment, Microstructure, Hardness, and Erosive Wear*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Laju Keausan Erosi Baja SKD11”. Skripsi 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. Keluarga penulis, yaitu Bapak, Ibu, Abang dan Adik yang selalu melimpahkan doa, kasih sayang, dan dukungan tanpa henti kepada penulis. Doa dan dukungan mereka yang menjadi kekuatan bagi penulis untuk terus berjuang dan meraih cita-cita.
2. Bapak Dr. Eng. Riki Hendra Purba., S.T., M. Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan panduan dan arahan berharga dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Armansyah, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Teguh Firmansyah, S.T., M.T., IPM selaku Plt. Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta atas panduan dan dukungannya.
5. Bapak Fahrudin, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta atas persetujuan penyusunan Skripsi ini.
6. Seluruh jajaran dosen maupun staff di Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah membantu dalam semua proses penyusunan Skripsi.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2021 terkhusus Ahmad Baihaqi yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan positif kepada penulis. Terima

kasih atas kebersamaan dan dukungannya selama ini yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi penulis.

8. Pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu tanpa mengurangi rasa hormat.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, November 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Tribologi.....	9
2.2 Keausan (<i>Wear</i>).....	13
2.3 Keausan Erosi (<i>Erosive Wear</i>).....	35
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Laju Erosi	42
2.5 Material Teknik	49
2.6 Baja (<i>Steel</i>).....	52
2.7 SKD11	54
2.8 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	56

BAB 3 METODE PENELITIAN.....	61
3.1 Waktu Penelitian	61
3.2 Tempat Penelitian.....	61
3.3 Diagram Alir Penelitian	62
3.4 Prosedur Penelitian.....	63
3.5 Alat dan Bahan.....	66
3.6 Desain Spesimen Pengujian	71
3.7 Pengujian Mikrostruktur	72
3.8 Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	72
3.9 Pengujian Keausan Erosi menggunakan <i>Sand Blasting</i>	74
3.10 Pengujian SEM dan EDS	77
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	78
4.1 Mikrostruktur	78
4.2 Kekerasan.....	81
4.3 Laju Erosi	82
4.4 Mekanisme Keausan	83
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1 Kesimpulan	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Zaman Kuno Manusia Menggosok Tongkat ke Permukaan Kayu.	11
Gambar 2. 2	Wanita Palestina Menggiling Gandum Menggunakan Alat <i>Quern</i>	11
Gambar 2. 3	Relief Kuno Bergambar Pemanfaatan Roda Sekitar 3500 SM.....	12
Gambar 2. 4	Lukisan Pemindahan Patung Colossus pada tahun 1880 SM.....	13
Gambar 2. 5	Mekanisme Keausan Abrasif.....	20
Gambar 2. 6	Mekanisme Keausan Abrasif <i>Two and Three body</i>	21
Gambar 2. 7	Mekanisme Keausan Adhesi.....	22
Gambar 2. 8	Ilustrasi Skematis Keausan Kelelahan <i>Fatigue</i>	24
Gambar 2. 9	Ilustrasi Mekanisme Pembentukan Partikel Keausan.....	25
Gambar 2. 10	Model-Model Interaksi Keausan Korosi	26
Gambar 2. 11	Mekanisme Keausan Oksidatif pada kecepatan <i>Sliding</i> Tinggi ...	28
Gambar 2. 12	Mekanisme Keausan Oksidatif pada kecepatan <i>Sliding</i> Rendah..	29
Gambar 2. 13	Mekanisme Keausan Kavitasi	30
Gambar 2. 14	Mekanisme <i>Fretting Wear</i>	31
Gambar 2. 15	Mekanisme Keausan Difusi.....	32
Gambar 2. 16	Mekanisme Keausan <i>Impact</i>	33
Gambar 2. 17	Mekanisme <i>Melting wear</i>	34
Gambar 2. 18	Ilustrasi Keausan Erosi	35
Gambar 2. 19	Klasifikasi Jenis Keausan Erosi.....	37
Gambar 2. 20	Mekanisme Abrasi	39
Gambar 2. 21	Mekanisme Kelelahan (<i>Fatigue</i>)	39
Gambar 2. 22	Mekanisme Deformasi Plastis	40
Gambar 2. 23	Mekanisme <i>Surface Melting</i>	41
Gambar 2. 24	Mekanisme <i>Macroscopic Impact</i>	41
Gambar 2. 25	Mekanisme <i>Microscopic Impact</i>	42
Gambar 2. 26	Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Laju Keausan Erosi	44
Gambar 2. 27	Representasi Skematik dari Pengaruh Sudut Tumbukan.....	46
Gambar 2. 28	Pengaruh <i>Temperature</i> pada Laju Keausan Erosi	48
Gambar 2. 29	Pengaruh Media terhadap Sudut Tumbukan Partikel	49
Gambar 2. 30	Mikrostruktur Raw Material Baja SKD11 Perbesaran 500 X	55
Gambar 2. 31	Diagram <i>Countinous Cooling Transformation</i> (CCT)	59

Gambar 2. 32	Diagram <i>Time Temperature Transformation</i> (TTT).....	60
Gambar 3. 1	Laboratorium Manufaktur UPN Veteran Jakarta	61
Gambar 3. 2	Diagram Alir Penelitian.....	62
Gambar 3. 3	Penempatan Spesimen Pada <i>Furnace</i> Untuk Austenisasi	64
Gambar 3. 4	<i>Furnace</i> / Tungku	66
Gambar 3. 5	Mesin <i>Grinding & Polishing</i>	66
Gambar 3. 6	Timbangan	66
Gambar 3. 7	Mesin <i>Sand Blasting</i>	67
Gambar 3. 8	<i>Mechanical Drawing</i> Mesin <i>Sand Blasting</i>	67
Gambar 3. 9	Mikroskop Optik.....	68
Gambar 3. 10	Mesin <i>Vickers</i>	68
Gambar 3. 11	Pinset / Pencapit Tungku	68
Gambar 3. 12	Sarung Tangan.....	69
Gambar 3. 13	Kikir.....	69
Gambar 3. 14	Mesin SEM.....	69
Gambar 3. 15	Amplas.....	69
Gambar 3. 16	Baja SKD11	70
Gambar 3. 17	Pasir Silika (SiO ₂).....	70
Gambar 3. 18	Media Pendinginan (Oli)	70
Gambar 3. 19	Desain Spesimen Pengujian.....	71
Gambar 3. 20	Spesimen <i>As-Cast</i> Baja SKD11	71
Gambar 3. 21	Spesimen <i>Annealing</i> , <i>Normalizing</i> , dan <i>Quenching</i> Baja SKD11	71
Gambar 3. 22	Area Indentansi.....	73
Gambar 3. 23	<i>Schematic View Sand Blasting</i>	76
Gambar 3. 24	Sudut Tumbukan 30°	76
Gambar 3. 25	Spesimen SEM dan EDS	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Mechanical Properties</i> SKD11	55
Tabel 2. 2 <i>Chemical Composition</i> SKD11 sesuai Standar JIS G4404	55
Tabel 4. 1 Hasil Kekerasan Vickers dan Standar Deviasi dari Setiap Spesimen .	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data *hkl* Hasil Pengujian XRD

Lampiran 2 Data Pengujian *Hardness Vickers*

Lampiran 3 Data Pengujian Keausan Erosi