

**ANALISIS PERBANDINGAN VARIASI SUHU HEAT TREATMENT
ANNEALING PADA MATERIAL TUNGSTEN CARBIDE N-18
TERHADAP KEKUATAN KEKERASAN**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN VARIASI SUHU HEAT TREATMENT
ANNEALING PADA MATERIAL TUNGSTEN CARBIDE N-18
TERHADAP KEKUATAN KEKERASAN



Disusun oleh:

Nama	: Muhammad iqbal
NIM	: 41320010006
Program studi	: Teknik mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH TUGAS
AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama	: Muhammad Iqbal
NIM	: 41320010006
Program studi	: Teknik Mesin
Judul Laporan Magang/Skripsi/Tesis	: ANALISIS PERBANDINGAN VARIASI SUHU HEAT TREATMENT ANNEALING PADA MATERIAL TUNGSTEN CARBIDE N-18 TERHADAP KEKUATAN KEKERASAN

Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh :

Pembimbing	: Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T.	()
NIDN	: 0322029602	
Penguji 1	: Dr. Subekti, S.T., M.T., IPM.	()
NIDN	: 0323117307	
Penguji 2	: Dr. Nur Indah, S.ST., M.T.	()
NIDN	: 0313038001	

Jakarta, 04 agustus 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T
NIDN : 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Iqbal
NIM : 41320010006
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PERBANDINGAN VARIASI SUHU
HEAT TREATMENT ANNEALING PADA
MATERIAL TUNGSTEN CARBIDE N-18
TERHADAP KEKUATAN KEKERASAN

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 04 agustus 2025



Muhammad Iqbal

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Tuhan YME yang telah atas berkat, bimbingan dan kasih karunia-Nya yang dilimpahkan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “ANALISIS PERBANDINGAN VARIASI SUHU HEAT TREATMENT ANNEALING PADA MATERIAL TUNGSTEN CARBIDE N-18 TERHADAP KEKUATAN KEKERASAN” tepat pada waktunya. Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

- 1) Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
- 2) Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik.
- 3) Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Mercu Buana.
- 4) Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T, selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak menyediakan waktu, tenaga, pemikiran dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
- 5) Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dalam proses pembuatan skripsi
- 6) Untuk teman-teman seperjuangan, rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin Angkatan 2020 Universitas Mercu Buana.

Untuk semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulisan skripsi ini. Penulis telah berusaha dengan sebaik mungkin dengan kemampuan yang ada dalam menyelesaikan skripsi ini untuk mendapatkan hasil yang sebaik-baiknya. Namun penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis sangat menghargai segala kritik dan saran yang membangun.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Jakarta, 04 agustus 2025



Muhammad Iqbal

ABSTRAK

Pada penelitian ini membahas pengaruh variasi suhu Heat Treatment Annealing terhadap material Tungsten Carbide N-18. Material ini banyak digunakan dalam industri pemotongan logam karena memiliki kekerasan tinggi, ketahanan aus, dan stabilitas termal yang baik. Penelitian dilakukan dengan memanaskan spesimen pada suhu 540°C, 580°C, dan 620°C selama 40 menit, kemudian didinginkan pada suhu tungku. Uji kekerasan dilakukan menggunakan metode Rockwell HRA, sedangkan analisis mikrostruktur dilakukan dengan mikroskop optik setelah etsa menggunakan larutan Murakami's Reagent. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu Annealing, nilai kekerasan material cenderung menurun. Spesimen standar tanpa perlakuan panas memiliki kekerasan rata-rata 89,48 HRA. Setelah Annealing pada 540°C, kekerasan turun menjadi 88,42 HRA (penurunan 1,06%), pada 580°C menjadi 87,02 HRA (penurunan 2,46%), dan pada 620°C menjadi 85,26 HRA (penurunan 4,22%). Penurunan kekerasan ini disebabkan oleh pertumbuhan butir Tungsten (WC) dan redistribusi fasa Kobalt (Co) yang semakin signifikan pada suhu Annealing yang lebih tinggi, sehingga struktur material menjadi kurang homogen dan lebih rapuh. Analisis mikrostruktur memperlihatkan bahwa pada suhu Annealing rendah, distribusi butir WC dan fasa Co masih seragam, sedangkan pada suhu tinggi terjadi pertumbuhan butir yang lebih besar dan dominasi fasa Co di area tertentu. Hal ini berdampak pada penurunan kekerasan dan ketahanan aus material. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan suhu Annealing rendah hingga menengah (540–580°C) untuk menjaga keseimbangan antara kekerasan dan ketangguhan material, sehingga lebih optimal untuk aplikasi industri yang membutuhkan presisi, ketahanan aus tinggi dan keuletan tinggi.

Kata Kunci: Tungsten Carbide N-18, Annealing, Heat treatment, Uji kekerasan, Mikrostruktur

COMPARATIVE ANALYSIS OF HEAT TREATMENT ANNEALING TEMPERATURE VARIATIONS ON TUNGSTEN CARBIDE N-18 MATERIAL ON HARDNESS STRENGTH

ABSTRACT

This study discusses the effect of varying annealing heat treatment temperatures on Tungsten Carbide N-18 material. This material is widely used in the metal cutting industry due to its high hardness, wear resistance, and good thermal stability. The research was conducted by heating specimens at temperatures of 540°C, 580°C, and 620°C for 40 minutes, then cooling them in the furnace. Hardness testing was performed using the Rockwell HRA method, while microstructural analysis was carried out with an optical microscope after etching using Murakami's Reagent solution. The results show that the higher the annealing temperature, the lower the hardness value of the material tends to be. The standard specimen without heat treatment had an average hardness of 89.48 HRA. After annealing at 540°C, the hardness decreased to 88.42 HRA (a decrease of 1.06%), at 580°C to 87.02 HRA (a decrease of 2.46%), and at 620°C to 85.26 HRA (a decrease of 4.22%). This hardness reduction is caused by the grain growth of Tungsten Carbide (WC) and the redistribution of the Cobalt (Co) phase, which become more significant at higher annealing temperatures, resulting in a less homogeneous and more brittle material structure. Microstructural analysis shows that at low annealing temperatures, the distribution of WC grains and Co phase remains uniform, whereas at higher temperatures, larger grain growth and Co phase dominance in certain areas occur. This affects the decrease in hardness and wear resistance of the material. The study recommends using low to medium annealing temperatures (540–580°C) to maintain a balance between hardness and toughness, making it more optimal for industrial applications that require high precision, wear resistance, and toughness.

Keywords: Tungsten Carbide N-18, Annealing, Heat treatment, Hardness test, Microstructur

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2 KARAKTERISTIK MATERIAL	15
2.3 HEAT TREATMENT	17
2.3.1 Proses <i>Heat Treatment</i>	18
2.4 UJI KEKERASAN	20
2.4.1 Metode Uji Kekerasan	20
2.4.2 Pengujian <i>Rockwell</i> (HRA)	22
2.5 UJI MIKRO	24
BAB III METODOLOGI	25
3.1 DIAGRAM ALIR	26
3.1.1 Diagram Alir Penelitian	26
3.1.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian	27
3.1.3 Diagram Alir Pengujian	28
3.1.4 Penjelasan Diagram Alir Pengujian	29

3.2	ALAT DAN BAHAN	30
3.2.1	Alat	30
3.2.2	Bahan	33
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	HASIL PENGAMBILAN DATA	36
4.1.1	Ukuran Spesimen Uji	36
4.2	ANALISIS KEKERASAN	39
4.3	MIKRO STRUKTUR MATERIAL	40
4.3.1	ANALISIS DATA MIKRO STRUKTUR	42
4.4	PEMBAHASAN	43
BAB V	PENUTUP	46
5.1	KESIMPULAN	46
5.2	SARAN	47
DAFTAR PUSTAKA		48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tahapan Annealing	18
Gambar 2. 2 Tahapan Normalizing	19
Gambar 2. 3 Perubahan Mikrostruktur akibat Quenching	19
Gambar 2. 4 Prinsip uji Rockwell	21
Gambar 2. 5 Prinsip uji Brinell	21
Gambar 2. 6 Prinsip uji Vickers	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengujian	28
Gambar 3. 3 Diagram Heat Treatment Annealing	30
Gambar 4. 1 Ukuran Material Uji	37
Gambar 4. 2 Grafik pada variasi suhu Annealing	38
Gambar 4. 3 Hasil Uji Mikro Material perbesaran 1000X	40
Gambar 4. 3 Grafik variasi suhu Annealing dan kekerasannya	45



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2. 2 Rockwell HRA	24
Tabel 3. 1 Alat	30
Tabel 3. 2 Bahan	33
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Kekerasan	37



DAFTAR SINGKATAN

ASTM	American Society for Testing and Materials	4
BPD	Basal Plane Dislocation	8
CPS	Counts Per Second	13
FCC	Face-Centered Cubic	10
Fe-C-Co	Iron-Carbon-Cobalt Alloy	17
GPa	Gigapascal	16
HCP	Hexagonal Close-Packed	39
HEBM	High-Energy Ball Milling	14
HRA	Hardness Rockwell A	22
HRB	Hardness Rockwell A	22
HRC	Hardness Rockwell C	22
HSS	High-Speed Steel	2
KOH	Silicon Hydride	24
LAB	Laboratory	35
PE-CVD	Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition	7
RSC	Royal Society of Chemistry	16
SEM	Scanning Electron Microscope	46
SiC	Silicon Carbide	47
SiH	Silicon Hydride	7
SPS	Spark Plasma Sintering	13
SS	Stainless Steel	11
WC	Tungsten Carbide (W = Wolfram, C = Carbon)	48
WC-Co	Tungsten Carbide - Cobalt Composite	1
XRD	X-ray Diffraction	10

UNIVERSITAS
MERCU BUANA