

ANALISIS NILAI KEKERASAN PADUAN TEMBAGA HASIL SINTERING FURNACE BERTAHAP

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Program
Pendidikan Strata Satu



Oleh :

ANDRI MUGIONO

41187001200001

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM "45"

BEKASI

2026

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS NILAI KEKERASAN PADUAN TEMBAGA HASIL SINTERING FURNACE BERTAHAP

Disusun oleh :

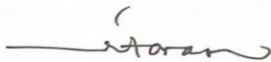
Andri Mugiono
41187001200001

Telah dipertahankan di depan Dewan penguji pada tanggal 13 Februari 2026

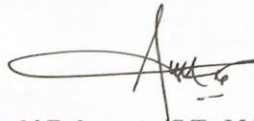
Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



H. Ahsan, S.Pd., M.T.
455020120000851



R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng.
45101032013007

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Bekasi, 13 Februari 2026

Mengetahui,

Ketua Progam Studi Teknik Mesin S-1



R. Hengki Rahmanto, S.T., M. Eng.
45101032013007

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian Skripsi sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi

ANALISIS NILAI KEKERASAN PADUAN TEMBAGA HASIL SINTERING FURNACE BERTAHAP

Nama : Andri Mugiono
Npm : 41187001200001
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknik

Bekasi, 13 Februari 2026

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

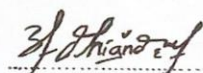
1. Aep Surahito, S.T., M.T.
NIK : 45114082009025



2. Novi Laura Indrayani, S.Si., M.Eng.
NIK : 45104052015010



3. Fatimah Dian Ekawati, S.T., M.T.
NIK : 45102012018001



PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andri Mugiono
Npm : 41187001200001
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknik
Email : andrimugiono10@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian saya yang berjudul **“Analisis Nilai Kekerasan Paduan Tembaga Hasil Sintering Furnace Bertahap”** bebas dari plagiarisme. Rujukan penulisan sudah sesuai dengan teknik penulisan karya ilmiah yang berlaku secara umum.

Bekasi, 13 Februari 2026

Yang membuat pernyataan



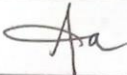
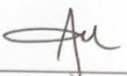
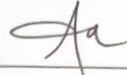
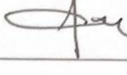
Andri Mugiono



KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM "45" BEKASI

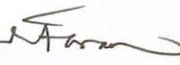
Nama Mahasiswa : ANDRI MUGIONO
 NPM : 41187001200001
 Program Studi : SI TEKNIK MESIN
 Judul Tugas Akhir / Skripsi : ANALISIS NILAI KEKERASAN PADUAN TEMBAGA
HASIL SINTERING FURNACE BERTAHAP
 Dosen Pembimbing I : AHSAN, S.Pd., ST.M.T
 Dosen Pembimbing II : P. HENGKI RAHMANTO, ST., M.Erg.

NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
1	Sen 23/6/2025	Discus Research planing + Bab I	
2	Kam 26/6/2025	Bab II Referensi + Literatur + Project	
3	Rab 3/7/2025	Bab III Material + Alat + Tempat percobaan	
4	Sen 16/7/2025	Permohonan ke PT. Detech 4/ pengujian pendahuluan Material	
5	Jum'at 01/Agust 2025	Bab IV Data PT. Detech & penonohan	
6	Selasa 07/Oket/2025	Bab IV Analisa Data & teori persatya	
7	Rab 17/Desember 2025	Bab IV Kespue dat & teori & lya	
8	Kam 15/1/2026	Bab V. Kefipue f Saran	
9	Jum'at 23/1/2026	powerpoint & Literatur & lya +	
10	Senin 26/01/2026	AEC siday skripsi	

NO	HARI, TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
11	Senin 30/06/2025	BAB II REFERENSI PROJECT	
12	Jumat 4/07/2025	BAB III KONSEP ALAT PERHABIAN	
13	RABU 30/07/2025	PERUBAHAN DATA MAMIL DATA PT. DETECT	
14	Kamis 7/08/2025	BAB IV ANALISIS DATA HASIL	
15	Senin 26/01/2026	ACC SUPADONG SIMPST	
16			
17			
18			

- Catatan :**
1. Bimbingan Laporan Tugas Akhir / Skripsi Minimal 8 kali.
 2. Buku Referensi minimal 5 diambil dari perpustakaan Fakultas atau Universitas dan ditunjukkan saat sidang Tugas Akhir / Skripsi.

Disetujui Untuk Mengikuti Ujian Sidang

	Tanggal	Tanda Tangan
Pembimbing I H. AHSAN, ST, MT	Senin 26/1/2026	
Pembimbing II R. Hengki R, ST, MT	26/1/2026	

Bekasi, 26-1-2026

Ketua Program Studi,


R. Hengki R, ST, MT

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak
ada artinya”

(Andri Mugiono)

PERSEMBAHAN

“Skripsi ini saya persembahkan kepada ibu saya, atas nyawa yang dipertaruhkan demi kelahiran saya. Kemudian kepada ayah saya, atas doa dan keteguhan yang tak pernah berhenti. Semoga karya ini menjadi salah satu bentuk tanggung jawab saya atas kehidupan yang telah diberikan.”

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, taufik, hidayah serta inayah – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan pada baginda Nabi besar Muhammad SAW, semoga kita senantiasa menjadi umatnya yang selalu menjalankan tugas dan amanah.

Adapun tujuan dari menulis penelitian skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Sarjana di Jurusan Teknik mesin S – 1, Fakultas Teknik Universitas Islam 45 Bekasi. Selama penyusunan berkat usaha dan bantuan dosen pembimbing, teman teman angkatan serta pihak – pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung akhirnya penulis mampu menyelesaikan skripsi sesuai yang diharapkan.

Penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan do'a dan dukungan moral maupun material.
2. Bapak Riri Sadiana S.Pd., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam 45 Bekasi.
3. Bapak R. Hengki Rahmanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S – 1 Universitas 45 Bekasi.
4. Bapak H. Ahsan, S.Pd., M.T. selaku Pembimbing 1.
5. Bapak R. Hengki Rahmanto, S.T., M. Eng. selaku Pembimbing 2.
6. Kepada seluruh rekan-rekan Teknik Mesin Universitas Islam "45" Bekasi angkatan 2020 yang selalu memberikan semangat.

7. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik dalam melaksanakan maupun menyelesaikan penulis skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik dari pembaca sebagai bahan evaluasi bagi penulis. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak, agar dapat menambah pengetahuan dan wawasan pembaca pada umumnya dan untuk penulis khususnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bekasi, 13 Februari 2026

Penulis

Andri Mugiono

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan	Error! Bookmark not defined.
BAB II LANDASAN TEORI.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Diamond Roller Dresser.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Paduan Tembaga (<i>Cu-Based Alloy</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Tembaga (Cu).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Nikel (Ni)	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Seng (Zn).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Komposisi Material Penelitian	Error! Bookmark not defined.
2.3 Proses Metal Powder Metallurgy (MPM).....	Error! Bookmark not defined.

2.3.1	Tahapan MPM Secara Umum	Error! Bookmark not defined.
2.3.2	Keunggulan Proses Metal Powder Metallurgy	Error! Bookmark not defined.
2.4	Proses <i>Sintering</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.1	Pengertian Dan Tujuan <i>Sintering</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.2	Tahapan Proses <i>Sintering</i> (Pemanasan – <i>Holding</i> – Pendinginan)	Error! Bookmark not defined.
2.4.3	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi <i>Sintering</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.4	Mekanisme Difusi Atom	Error! Bookmark not defined.
2.5	Proses <i>Sintering Furnace</i> Bertahap	Error! Bookmark not defined.
2.6	Pengujian Kekerasan (<i>Vickers Hardness Test</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.6.1	Pengertian Kekerasan Material.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.2	Jenis-Jenis Uji Kekerasan.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.3	Metode <i>Vickers Hardness Test</i>	Error! Bookmark not defined.
2.6.4	Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Kekerasan	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1	Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2	Waktu Dan Tempat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3	Alat Dan Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Alat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4	Prosedur Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Studi Literatur	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Pembuatan Dan Persiapan Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4.3	Proses <i>Sintering Furnace</i> Bertahap	Error! Bookmark not defined.
3.4.4	Pendinginan Spesimen	Error! Bookmark not defined.

3.4.5	Pengujian Kekerasan (<i>Vickers Hardness Test</i>).....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN Error! Bookmark not defined.		
4.1	Hasil Pengujian Kekerasan Paduan Tembaga.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Hasil <i>Sintering Furnace</i> Bertahap	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Perhitungan Nilai Kekerasan Rata-rata	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Hasil Uji Kekerasan Material Mentah.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.4	Hasil Uji Kekerasan Spesimen A Dan Spesimen B	Error! Bookmark not defined.
4.1.5	Perbandingan Nilai Rata-rata Kekerasan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Analisis Perbandingan Nilai Kekerasan Paduan Tembaga...	Error! Bookmark not defined.
4.3	Pembahasan Pengaruh Proses Dan Komposisi Material	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP Error! Bookmark not defined.		
5.1	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA Error! Bookmark not defined.		
LAMPIRAN Error! Bookmark not defined.		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kristal Tembaga (Cu) Dengan Susunan Face-Centered Cubic (FCC).	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 2 Diagram Fasa Sistem Cu–Ni–Zn.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Tahapan Proses Metal Powder Metallurgy	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Kurva Umum Proses Sintering.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 Kurva Proses Sintering Furnace Bertahap Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 Ilustrasi Umum Pengujian Kekerasan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 7 Skema Indentasi Pada Uji Vickers	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Vertical Atmosphere Sintering Furnace	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Vickers Hardness Tester — Model MHVS-50AT	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Sikat Kawat	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Mold (Cetakan)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Lem.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 7 Sendok.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 8 Kuas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 9 Palu Karet	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 10 Timbangan Digital	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 11 Mesin Wire Cut	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 12 Penggaris.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 13 Spidol Putih	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 14 Sarung Tangan Panas	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 15 Besi Blank	Error! Bookmark not defined.

Gambar 3. 16 Base Mold	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 17 Besi Plat	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 18 Pahat.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 19 Gergaji Tangan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 20 Palu Besi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 21 Kacamata Pelindung.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 22 Besi Panjang Pengangkat Spesimen	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 23 Tempat Tertutup Untuk Pendinginan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 24 Bahan Utama Sebelum Proses Sintering Furnace	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 25 Powder	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 26 Flux	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 27 Clay	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 28 Diamond Sintetis	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 29 Spesimen Sebelum Proses Sintering.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 30 Proses Pengujian Kekerasan Metode Vickers	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1 Hasil Sintering Furnace Bertahap	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 2 Data Hasil Uji Kekerasan Material (49Cu–11Ni–Zn).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3 Data Hasil Uji Kekerasan Material (45Cu–2Ni–Zn)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 Data Hasil Uji Kekerasan Spesimen A (49Cu–11Ni–Zn)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 5 Data Hasil Uji Kekerasan Spesimen B (45Cu–2Ni–Zn) .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6 Perbandingan Nilai Rata-rata Kekerasan Vickers	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengaruh Kandungan Nikel Terhadap Kekerasan Paduan Cu–Ni–Zn..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 2 Komposisi Material Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 3 Tiga Tahapan Utama Proses MPM**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 4 Tahapan MPM Secara Umum.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 5 Keunggulan Proses Metal Powder Metallurgy ...**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 6 Tujuan Proses Sintering.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 7 Tahap Pemanasan, Penahanan dan Pendinginan Pada Proses Sintering **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 8 Faktor Yang Mempengaruhi Proses Sintering**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 9 Mekanisme Difusi Pada Proses Sintering**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 10 Tahapan Proses Sintering Bertahap Penelitian..**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 11 Perbandingan Sintering Biasa Dan Sintering Bertahap.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 12 Jenis-Jenis Pengujian Kekerasan Logam**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 13 Klasifikasi Skala Pengujian Kekerasan Vickers **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 14 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Kekerasan Material **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3. 1 Komposisi Material Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai kekerasan paduan tembaga hasil proses *sintering furnace* bertahap. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan tembaga Cu–Ni–Zn dengan dua variasi komposisi, yaitu paduan tembaga 49Cu–11Ni–Zn dan paduan tembaga 45Cu–2Ni–Zn. Proses *sintering* dilakukan menggunakan *sintering furnace* konvensional dengan profil suhu bertahap 800°C–970°C–800°C dan waktu penahanan (*holding time*) selama 30 menit pada temperatur maksimum. Pengujian sifat mekanik dibatasi pada uji kekerasan menggunakan metode *Vickers Hardness Test* (HV) sesuai standar ASTM E92-17. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses *sintering furnace* bertahap mampu meningkatkan nilai kekerasan kedua material dibandingkan kondisi material mentah. Material 49Cu–11Ni–Zn mengalami peningkatan nilai kekerasan dari 225,6 HV menjadi 268,6 HV, sedangkan material 45Cu–2Ni–Zn mengalami peningkatan dari 189,8 HV menjadi 280,2 HV. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa meskipun paduan tembaga 45Cu–2Ni–Zn memiliki kandungan nikel yang lebih rendah dibandingkan paduan tembaga 49Cu–11Ni–Zn, nilai kekerasan akhir paduan tembaga 45Cu–2Ni–Zn lebih tinggi setelah proses *sintering*. Hal ini mengindikasikan bahwa selain komposisi material, parameter proses *sintering furnace* bertahap, khususnya pengendalian temperatur dan *holding time*, berperan penting dalam menentukan nilai kekerasan akhir paduan tembaga. Berdasarkan hasil tersebut, paduan tembaga 45Cu–2Ni–Zn dinyatakan sebagai material yang lebih optimal dari sisi nilai kekerasan dengan parameter proses yang digunakan dalam penelitian ini.

Kata Kunci : Paduan Tembaga, *Sintering Furnace* Bertahap, Kekerasan, *Vickers Hardness Test*, *Holding Time*.

ABSTRACT

This research aims to analyze the hardness values of copper-based alloys produced through a stepwise sintering furnace process. The materials used in this research were Cu–Ni–Zn copper alloys with two different compositions, namely 49Cu–11Ni–Zn and 45Cu–2Ni–Zn. The sintering process was carried out using a conventional sintering furnace with a stepwise temperature profile of 800°C–970°C–800°C and a holding time of 30 minutes at the maximum temperature. The mechanical property evaluation was limited to hardness testing using the Vickers Hardness Test (HV) method in accordance with ASTM E92-17. The test results showed that the stepwise sintering furnace process was able to increase the hardness values of both materials compared to their raw material conditions. The hardness of the 49Cu–11Ni–Zn alloy increased from 225.6 HV to 268.6 HV, while the hardness of the 45Cu–2Ni–Zn alloy increased from 189.8 HV to 280.2 HV. The results also indicated that although the 45Cu–2Ni–Zn copper alloy has a lower nickel content than the 49Cu–11Ni–Zn copper alloy, its final hardness after the sintering process was higher. This suggests that, in addition to material composition, the stepwise sintering furnace parameters—particularly temperature control and holding time—play an important role in determining the final hardness of copper-based alloys. Based on these results, the 45Cu–2Ni–Zn copper alloy is considered the more optimal material in terms of hardness under the sintering parameters applied in this study.

Keywords: *Copper Alloy, Stepwise Sintering Furnace, Hardness, Vickers Hardness Test, Holding Time.*

