

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR NIKEL (Ni) TERHADAP
STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KETAHANAN
KOROSI PADUAN KUNINGAN Cu-15Zn**



Disusun Oleh:

MUHAMMAD ZAKKY ZAYID

1502621012

PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Penambahan Unsur Nikel (Ni) Terhadap
Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi
Paduan Kuningan Cu-15Zn.

Penyusun : Muhammad Zakky Zayid

NIM : 1502621012

Pembimbing I : Dr. Imam Basori, S.T., M.T.

Pembimbing II : Drs. Syaripuddin, M.Pd

Tanggal Ujian : 25 JULI 2025

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Dr. Imam Basori, S.T., M.T.

NIP. 197906072008121003

Pembimbing II



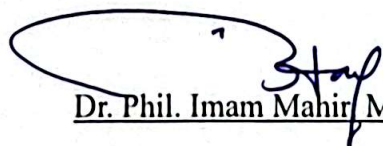
Drs. Syaripuddin, M.Pd.

NIP. 196703211999031001

Mengetahui

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin,

Universitas Negeri Jakarta



Dr. Phil. Imam Mahir M.Pd.

NIP. 198404182009121002

LEMBAR PENGESAHAN (2)

Judul : Pengaruh Penambahan Unsur Nikel (Ni) Terhadap
Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi
Paduan Kuningan Cu-15Zn.

Penyusun : Muhammad Zakky Zayid

Pembimbing I : Dr. Imam Basori, S.T., M.T.

Pembimbing II : Drs. Syaripuddin, M.Pd

Tanggal Ujian : 25 Juli 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Imam Basori, M.T.

NIP. 197906072008121003



Drs. Svaripuddin, M.Pd.

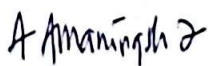
NIP. 196703211999031001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Sidang

Sekretaris Sidang

Penguji Ahli



Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.

NIP. 197110162008122001



Drs. Tri Bambang AK, M. Pd.

NIP. 196412021990031002



Dr. Siska Titik Dwivati, M.T.

NIP. 197812122006042002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd.

NIP. 198404182009121002

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Zakky Zayid

No. Registrasi : 1502621012

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 18 Juni 2003

Alamat : Jln. Pancoran Barat 3 RT 02 RW 06 No. 17 Kel. Pancoran,
Kec. Pancoran. DKI Jakarta 12780.

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Unsur Nikel (Ni) Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Paduan Kuningan Cu-15Zn” belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi yang disebutkan pada poin pertama belum pernah dipublikasikan, kecuali jelas tercantum secara tertulis sebagai referensi dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang yang telah tercantum dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini benar-benar saya buat dan jika terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dikemudian hari, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 15 Juli 2025

Yang Me

Muhammad Zakky Zayid

NIM. 1502621012



[Handwritten signature]

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR NIKEL (Ni) TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KETAHANAN KOROSI PADUAN KUNINGAN Cu-15Zn”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Teknik , Universitas Negeri Jakarta. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd., selaku Kepala Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Dr. Imam Basori, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Syaripuddin, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen dan Staff Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan pengalaman yang berharga selama masa perkuliahan.
5. Orang Tua dan Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi yang tiada henti.
6. Bang Mahardika Sandy Ponco, S. Pd., M.T., Dimas Andrian, Dimas Hadi, Herjuno, teman-teman teknik mesin 2021 dan rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan bantuan dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Saya menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan dibidang Teknik Mesin, khususnya dalam studi paduan kuningan.

Akhir kata, saya mengucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Jakarta, 15 Juli 2025

Penulis

Muhammad Zakky Zayid

NIM. 1502621012





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Zakky Zayid

NIM : 1502621012

Fakultas/Prodi : Pendidikan Teknik Mesin

Alamat email : mzakkyzayid@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

“Pengaruh Penambahan Unsur Nikel (Ni) Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Paduan Kuningan Cu-15Zn”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 07 Agustus 2025

(Muhammad Zakky Zayid)

PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR NIKEL (Ni) TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KETAHANAN KOROSI PADUAN KUNINGAN Cu-15Zn.

Muhammad Zakky Zayid

Dosen Pembimbing: Dr. Imam Basori, M.T. dan Drs. Syaripuddin, M.Pd.

Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

ABSTRAK

Kuningan merupakan paduan logam tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena sifat mekaniknya yang baik serta ketahanannya terhadap korosi. Salah satu pemanfaatan kuningan adalah sebagai bahan pipa pemanas air (*water heater*), yang menuntut material dengan ketahanan korosi tinggi. Dalam penelitian ini, dilakukan variasi penambahan unsur nikel (Ni) sebesar 0,5%, 1%, dan 1,5% pada paduan Cu-15Zn guna menentukan komposisi optimal dalam meningkatkan ketahanan korosi. Pengujian dilakukan melalui analisis struktur mikro, uji kekerasan, serta uji ketahanan korosi. Pengujian struktur mikro menunjukkan pengaruh penambahan unsur nikel berupa terbentuknya fasa kedua pada paduan kuningan. Hasil uji kekerasan menunjukkan peningkatan nilai kekerasan seiring bertambahnya kadar nikel, yaitu 55,66 VHN (Cu-15Zn), 59,78 VHN (Cu-15Zn-0,5Ni), 62,36 VHN (Cu-15Zn-1Ni), dan 66,1 VHN (Cu-15Zn-1,5Ni). Uji ketahanan korosi menunjukkan laju korosi berkurang dengan meningkatnya kandungan nikel, yaitu masing-masing sebesar 0,02244 mmPY, 0,0230 mmPY, 0,0194 mmPY, dan 0,0119 mmPY. Dengan demikian, penambahan 1,5% nikel pada paduan Cu-15Zn memberikan performa terbaik dalam hal peningkatan kekerasan dan ketahanan terhadap korosi.

Kata Kunci : Paduan kuningan, Cu-15Zn, penambahan nikel, struktur mikro, kekerasan, ketahanan korosi.

***"THE EFFECT OF NICKEL (NI) ADDITION ON THE
MICROSTRUCTURE, HARDNESS, AND CORROSION
RESISTANCE OF CU-15ZN BRASS ALLOY."***

Muhammad Zakky Zayid

Academic Advisor : Dr. Imam Basori, M.T. and Drs. Syaripuddin, M.Pd.

*Mechanical Engineering Education, Faculty of Engineering , Universitas Negeri
Jakarta*

ABSTRACT

Brass is an alloy of copper (Cu) and zinc (Zn) that is widely used in various industrial applications due to its excellent mechanical properties and corrosion resistance. One of the applications of brass is as a material for water heater pipes, which requires a high level of corrosion resistance. In this study, variations in nickel (Ni) addition at 0.5%, 1%, and 1.5% were applied to the Cu-15Zn alloy to determine the optimal composition for improving corrosion resistance. The tests conducted included microstructure analysis, hardness testing, and corrosion resistance testing. Microstructural analysis showed that the addition of nickel resulted in the formation of a second phase in the brass alloy. The hardness test results showed an increase in hardness values along with the increasing nickel content, namely 55.66 VHN (Cu-15Zn), 59.78 VHN (Cu-15Zn-0.5Ni), 62.36 VHN (Cu-15Zn-1Ni), and 66.1 VHN (Cu-15Zn-1.5Ni). Corrosion resistance testing indicated a decrease in corrosion rate with the addition of nickel, with values of 0.02244 mmPY, 0.0230 mmPY, 0.0194 mmPY, and 0.0119 mmPY, respectively. Therefore, the addition of 1.5% nickel to the Cu-15Zn alloy provided the best performance in terms of improving both hardness and corrosion resistance.

Keywords: Brass alloy, Cu-15Zn, nickel addition, microstructure, hardness, corrosion resistance.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN (2).....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAHU UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Perumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Kegunaan Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Logam Kuningan (Cu-Zn).....	7
2.1.1. Diagram Fasa.....	9
2.2 Penambahan Unsur Pada Logam Kuningan	10
2.2.1. Pengaruh Penambahan Unsur Mangan (Mn)	10

2.2.2. Pengaruh Penambahan Unsur Aluminium (Al).....	11
2.2.3. Pengaruh Penambahan Unsur Bismut (Bi).....	11
2.2.4. Pengaruh Penambahan Unsur Timah Putih (Sn)	12
2.2.5. Pengaruh Penambahan Unsur Nikel (Ni)	12
2.3 Logam Nikel(Ni).....	12
2.4 Pipa <i>Water Heater</i>	13
2.5 <i>Tube Mills</i>	14
2.6 Pengecoran (<i>Casting</i>)	15
2.7 Mekanisme Penguatan Logam (<i>Metal Strengthening</i>)	16
2.8 Struktur Mikro.....	17
2.9 Kekerasan Logam.....	19
2.10 Korosi Logam	20
2.10.1. Jenis – jenis Korosi Logam	20
2.10.2 Dezinifikasi.....	21
2.10.3. Metode Pengujian.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.1.1 Tempat Penelitian	24
3.1.2 Waktu Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan.....	24
3.2.1. Alat Penelitian	25
3.2.2. Bahan Penelitian.....	26
3.3 Diagram Alir	28
3.4 Prosedur Penelitian	28
3.4.1 Persiapan Spesimen	28
3.4.2 Proses Pengecoran	31

3.4.3 Homogenisasi	33
3.5 Karakterisasi	34
3.5.1 Pengujian Komposisi Kimia.....	34
3.5.2 Pengamatan Struktur Mikro	34
3.5.3 Uji Keras.....	35
3.5.4 Uji Korosi	36
3.6 Jadwal Penelitian	39
BAB IV PEMBAHASAN.....	41
4.1 Hasil Uji Komposisi Kimia	41
4.2 Pengaruh Penambahan Ni Terhadap Struktur Mikro Paduan Kuningan	43
4.3 Pengaruh Penambahan Ni Terhadap Kekerasan Paduan Kuningan.....	47
4.4 Pengaruh Penambahan Ni Terhadap Korosi Paduan Kuningan.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Keseimbangan Cu-Zn	9
Gambar 2. 2 Skematik larutan padat secara substitusi dan intertisi	10
Gambar 2. 3 Efek Penambahan Unsur Mangan (Mn) pada paduan kuningan	11
Gambar 2. 4 Pengaruh kadar Bi dan tingkat deformasi terhadap kekerasan paduan Cu-29Zn	11
Gambar 2. 5 Grafik laju korosi Cu-28Zn-xSn dengan variasi penambahan unsur timah (Sn).....	12
Gambar 2. 6 Pipa saluran pemanas air	14
Gambar 2. 7 <i>Tube Mills</i>	14
Gambar 2. 8 Struktur Kristal Logam	17
Gambar 3. 1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian (a) Timbangan digital, (b) Gerinda tangan, dan (c) Perlengkapan APD	28
Gambar 3. 2 (a) Tungku, (b) Mikroskop Optik, (c) Mesin Poles, dan (d) Alat uji keras.	25
Gambar 3. 3 Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian (a) Batang Tembaga atau Cuprum (Cu), (b) Seng atau Zinc (Zn), dan (c) Nikel (Ni)	26
Gambar 3. 4 (a) Proses mounting, (b) Pemolesan sampel, (c) Pembuatan cairan etsa, dan (d) Proses etsa	27
Gambar 3. 5 Diagram alir penelitian	28
Gambar 3. 6 Grafit dan Thinner	31
Gambar 3. 7 (a) Cetakan Besi untuk pembuatan spesimen, dan (b) Tungku Perlakuan Panas	31
Gambar 3. 8 (a) Bahan untuk proses pengecoran, (b) cetakan dan tungku gas, (c) tungku listrik	32
Gambar 3. 9 (a) Penuangan logam cair, (b) proses membuka cetakan, dan (c) hasil pengecoran logam paduan kuningan.....	35
Gambar 3. 10 Proses homogenisasi	36
Gambar 3. 11 Alat uji OES.....	28
Gambar 3. 12 (a) Hasil pemolesan, (b) Proses etsa, dan (c) Proses pengamatan struktur mikro.....	35

Gambar 3.13 (a) Spesimen uji keras, (b) Proses pengujian, (c) Hasil pijakan mata indenter, dan (d) Pengambilan data.....	36
Gambar 3. 14 Preparasi sampel	27
Gambar 3. 15 Proses penimbangan spesimen	37
Gambar 3. 16 Proses perendaman sampel	38
Gambar 3. 17 Pengujian korosi	31
Gambar 4. 1 Struktur mikro paduan (a-b) spesimen Cu-15Zn, (c-d) spesimen Cu-15Zn-0,5Ni, (e-f) spesimen Cu-15Zn-1Ni, dan (g-h) spesimen Cu-15Zn-1Ni dalam perbesaran 5x sampel <i>as-casting</i> dan <i>as-homogenized</i>	44
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan.....	10
Gambar 4. 3 Grafik Laju Korosi.....	51



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Struktur Kristal dan Jari-jari Atom 16 Logam	18
Tabel 2. 2 Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi.....	21
Tabel 3. 1 Komposisi Sampel Penelitian	27
Tabel 3. 2 Hasil Perhitungan <i>mass balance</i>	29
Tabel 3. 3 Jadwal Penelitian.	39
Tabel 4. 1 Hasil Uji Komposisi Kimia	41
Tabel 4. 2 Komposisi Kimia pada Sampel	41
Tabel 4. 3 Hasil Uji Kekerasan Sampel <i>as-cating</i>	48
Tabel 4. 4 Hasil Uji Kekerasan Sampel <i>as-homogenized</i>	49



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sertifikat Tembaga (Cu).....	57
Lampiran 2 Sertifikat Seng (Zn)	58
Lampiran 3 Hasil Uji Komposisi Sampel 1	59
Lampiran 4 Hasil Uji Komposisi Sampel 2	60
Lampiran 5 Hasil Uji Komposisi Sampel 3	61
Lampiran 6 Hasil Uji Komposisi Sampel 4	62
Lampiran 7 Hasil Uji Mikro <i>Vickers</i>	63
Lampiran 8 Hasil Uji Ketahanan Korosi.....	64
Lampiran 9 Dokumentasi Proses Penelitian.....	65

