

**SKRIPSI**  
**PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN UNSUR TIMAH PUTIH  
(SN) TERHADAP STRUKTUR MIKRO, NILAI KEKERASAN,  
DAN KETAHANAN KOROSI PADA LOGAM PADUAN  
KUNINGAN Cu-35Zn**



*Intelligentia - Dignitas*

**MUHAMMAD HERJUNO JANURI PANGESTU**

**1520620040**

**PROGRAM STUDI  
S1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2025**

**PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN UNSUR TIMAH PUTIH (Sn)  
TERHADAP STRUKTUR MIKRO, NILAI KEKERASAN, DAN  
KETAHANAN KOROSI PADA LOGAM PADUAN KUNINGAN CU-35ZN**

**Muhammad Herjuno Januri Pangestu**

**Dosen Pembimbing : Dr. Imam Basori, M.T., dan Ahmad Kholil, M.T.**

**ABSTRAK**

Paduan kuningan merupakan logam paduan yang tersusun antara tembaga (Cu) dan seng (Zn). Paduan kuningan memiliki keunggulan pada kemampuan penghantaran panas sehingga banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku radiator kendaraan. Pada lingkungan kerjanya, radiator berisiko mengalami korosi yang dipicu oleh temperatur serta tekanan kerja yang tinggi dan risiko terpapar hujan asam dari lingkungan. Maka dilakukan rekayasa berupa penambahan unsur timah (Sn) pada paduan kuningan. Pada penelitian ini akan dilakukan variasi penambahan unsur timah sebanyak 0,5 %, 1 %, dan 1,5 % pada paduan Cu-35Zn guna mencari komposisi terbaik untuk meningkatkan ketahanan korosi. Pengujian ini juga mencakup uji struktur mikro dan uji kekerasan.

Pengujian struktur mikro menunjukkan pengaruh penambahan unsur timah berupa terbentuknya fasa kedua ( $\beta'$ ) pada paduan kuningan. Pada uji kekerasan menunjukkan tren peningkatan pada variasi 1 Sn dan 1,5 Sn dibandingkan dengan paduan tanpa campuran Sn. Peningkatan ini sejalan dengan sifat fasa  $\beta'$  yang terbentuk, yang mana sifatnya lebih getas dibandingkan fasa  $\alpha$ . Masing-masing nilai yang didapatkan ialah 78,88 VHN untuk paduan Cu-35Zn, 105,78 VHN untuk paduan Cu-35Zn 1 Sn, dan 129,62 VHN untuk paduan Cu-35Zn 1,5 Sn. Uji ketahanan korosi menunjukkan penambahan unsur timah berdampak pada laju korosi paduan dengan hasil 0,1043 mmpy untuk paduan tanpa penambahan unsur timah, 0,0661 mmpy untuk penambahan 1 % timah, dan 0,0178 mmpy untuk penambahan 1,5 % timah. Hal ini membuktikan bahwa penambahan unsur timah berpengaruh dalam meningkatkan ketahanan korosi pada paduan Cu-35Zn

Kata kunci : Radiator, Kuningan, Timah, Ketahanan korosi, Nilai kekerasan

## ABSTRACT

Brass alloy is an alloy that is composed of copper (Cu) and zinc (Zn). Brass alloys have some advantages, such as great ability to deliver heat. Because of that advantage, brass alloy is widely used as raw material for vehicle radiators. In the working environment, radiators are at risk of corrosion due to high temperature, working pressure, and exposure to the surrounding environment. Due to that risk, an experiment was carried out by adding the element of tin (Sn) to the brass alloy. This research will be carried out by varying the addition of tin by as much as 0,5%, 1%, and 1,5% into the Cu-35Zn brass alloy to achieve the best composition to improve corrosion resistance. This research will also include microstructure tests and hardness tests.

The microstructure test, the effect of the addition of the tin element in the form of the appearance of the second phase ( $\beta$ ) in the brass alloy was shown. The hardness test also showed an increasing trend in the addition variation of 1% and 1,5% Sn compared to the sample without the addition of the tin element. This improvement is in line with the  $\beta$  phase that appears in the microstructure test, remembering that the  $\beta$  phase has more brittle and harder properties than the  $\alpha$  phase. The respective values obtained were 78,88 VHN for the Cu-35Zn alloy, 105,78 VHN for the Cu-35Zn 1Sn alloy, and 129,14 VHN for the Cu-35Zn 1,5Sn alloy. Corrosion tests also show an improvement of corrosion resistance from the alloy with the added tin element. The respective values obtained for corrosion rate were 0,1043 mmpy for Cu-35Zn alloy, 0,0661 mmpy for Cu-35Zn 1Sn, and 0,0178 mmpy for Cu-35Zn 1,5Sn. This reduction of corrosion rate value proved that the corrosion resistance of Cu-35Zn alloy has improved by adding the tin element to it.

Keyword: Radiators, Brass, Tin, Corrosion resistance, Hardness values

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Variasi Penambahan Unsur Timah Putih (Sn) Terhadap Struktur Mikro, Nilai Kekerasan, Dan Ketahanan Korosi Pada Logam Paduan Kuningan Cu-35Zn.

Penyusun : Muhammad Herjuno Januri Pangestu

NIM : 1520620040

Disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

NIP. 197906072008121003

  
Ahmad Kholil, S.T., M.T.

NIP. 197908312005011001

Pengesahan Panitia Skripsi :

Ketua Penguji,

Anggota Penguji I,

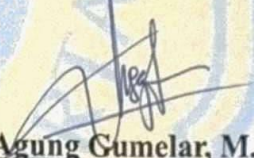
Anggota Penguji II,

  
Nugroho Gama Yoga, M.T.

NIP.197602052006041001

  
Dr. Siska Titik Dwiyantri, S.Si., M.T.

NIP. 197812122006042002

  
Agung Gumelar, M.Pd.

NIP.199502102024061002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin

Universitas Negeri Jakarta

  
Dr. Ir. Ragil Sukarno, S.T., M.T.

NIP. 197911022012121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 24 Januari 2025

Yang membuat pernyataan



Muhammad Herjuno Januri Pangestu

NIM. 1520620040



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://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 Herjuno Januri Pangestu  
NIM : 1520620040  
Fakultas/Prodi : Teknik / S1 Teknik Mesin  
Alamat email : Junb.januri52@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 Variasi Penambahan Unsur Timah Putih (Sn) Terhadap Struktur Mikro, Nilai Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Pada Logam Paduan Kuningan Cu-35 Zn.

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, 12 Februari 2025

Penulis

( M. Herjuno Januri P. )  
nama dan tanda tangan

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Penambahan Unsur Timah Putih (Sn) Terhadap Struktur Mikro, Nilai Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Pada Logam Paduan Kuningan Cu-35Zn”**. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

Selesainya skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak yang diterima penulis. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Imam Basori, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini.
2. Bapak Ahmad Kholil, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T. selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
4. Bapak Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik penulis di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta yang telah mengajarkan bidang ilmu teknik mesin kepada penulis.
6. Bapak Mardi, Bapak Boin, dan Bapak Danar selaku laboran yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan skripsi ini.
7. Kedua orang tua penulis yang sudah berjuang mengupayakan dan mendoakan penulis selama proses studi.
8. Seluruh sahabat lama dan mahasiswa Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta angkatan 2020 yang telah memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis telah mengusahakan yang terbaik untuk penyusunan skripsi ini. Namun penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan skripsi ini karena keterbatasan penulis. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar

mampu menjadi lebih baik lagi dimasa mendatang. Besar harapan penulis agar skripsi ini mampu memberikan kebermanfaatan bagi pembaca, khususnya mahasiswa rumpun teknik mesin.

Jakarta, 20 Januari 2025

Penyusun

Muhammad Herjuno Januri Pangestu





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>I</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>II</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>VII</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>IX</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>X</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>XI</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	3
1.3. Pembatasan Masalah .....	3
1.4. Rumusan Masalah .....	4
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II KAJIAN TEORITIK</b> .....	<b>6</b>
2.1 Logam Paduan Kuningan .....	6
2.1.1 Diagram Fasa .....	6
2.1.2 Klasifikasi Kuningan.....	7
2.2 Solid Solution Strengthening .....	8
2.2.1 Pengaruh Penambahan Unsur Mangan (Mn) Pada Kuningan.....	9
2.2.2 Pengaruh Penambahan Unsur Timah Putih (Sn) Pada Kuningan .	10
2.2.3 Pengaruh Penambahan Unsur Aluminium (Al) Pada Kuningan ...	10
2.2.4 Pengaruh Penambahan Unsur Silikon (Si) Pada Kuningan .....	10
2.3 Radiator .....	11
2.4 Pengecoran Logam.....	12
2.4.1 Pengecoran Gravitasi Cetakan Tertutup.....	12
2.4.2 Pengecoran Gravitasi Cetakan Terbuka .....	13
2.5 Struktur Mikro.....	13
2.5.1 Face Centered Cubic (FCC).....	14

2.5.2	Body Centered Cubic (BCC) .....	14
2.5.3	Hexagonal Close Packed (HCP) .....	14
2.6	Uji Kekerasan.....	15
2.7	Korosi.....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>17</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.1.1	Tempat Penelitian.....	17
3.1.2	Waktu Penelitian .....	17
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.2.1	Alat Penelitian.....	17
3.2.2	Bahan Penelitian.....	21
3.3	Diagram Alur Penelitian.....	24
3.4	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data .....	25
3.4.1	Perhitungan <i>Mass Balance</i> .....	25
3.4.2	Pemotongan Material .....	25
3.4.3	Proses Pengecoran.....	25
3.4.4	Proses Homogenisasi .....	26
3.4.5	Uji Komposisi Kimia .....	26
3.4.6	Uji Struktur Mikro .....	27
3.4.7	Uji Kekerasan.....	28
3.4.8	Uji Ketahanan Korosi.....	29
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>		<b>31</b>
4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia.....	31
4.2	Pengaruh Penambahan Sn Terhadap Struktur Mikro Paduan Kuningan.....	32
4.3	Pengaruh Penambahan Sn Terhadap Nilai Kekerasan Paduan Kuningan...	35
4.4	Pengaruh Penambahan Sn Terhadap Ketahanan Korosi Paduan Kuningan	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>40</b>
5.1	Kesimpulan .....	40
5.2	Saran.....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>45</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan penetrasi korosi pada spesimen .....	30
Tabel 4.1 Hasil Uji Komposisi Kimia .....	31
Tabel 4.2 Hasil uji kekerasan dengan metode <i>hardness vickers</i> .....	35



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Cu-Zn .....	7
Gambar 2.2 Cacat kristal intertisi dan substitusi .....	9
Gambar 2.3 Grafik pengaruh unsur Mn terhadap nilai kekerasan kuningan .....	9
Gambar 2.4 Struktur mikro paduan kuningan Cu-35Zn .....	11
Gambar 2.5 Ilustrasi pengecoran gravitasi cetakan tertutup .....	13
Gambar 2.6 Ilustrasi pengecoran gravitasi cetakan terbuka.....	13
Gambar 2.7 Ilustrasi struktur kristal face centered cubic.....	14
Gambar 2.8 Ilustrasi struktur kristal body centered cubic .....	14
Gambar 2.9 Ilustrasi struktur kristal hexagonal close packed.....	15
Gambar 3.1 Alat Pelindung Diri.....	18
Gambar 3.2 <i>Furnace</i> .....	18
Gambar 3.3 Tungku perlakuan panas.....	18
Gambar 3.4 Cetakan.....	19
Gambar 3.5 Krusibel.....	19
Gambar 3.6 Batang pengaduk.....	20
Gambar 3.7 Mesin Uji Keras <i>Vickers</i> .....	20
Gambar 3.8 Mikroskop Optik .....	21
Gambar 3.9 Tembaga 99,96%.....	21
Gambar 3.10 Seng.....	21
Gambar 3.11 Timah Putih .....	22
Gambar 3.12 Alumina Grade 0.3 Mikron .....	22
Gambar 3.13 FeCl <sub>3</sub> .....	23
Gambar 3.14 Resin epoksi dan <i>hardener</i> .....	23
Gambar 3.15 Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 3.16 <i>Mounting</i> spesimen dengan resin epoksi.....	27
Gambar 3.17 Spesimen yang telah <i>dimounting</i> dengan lem tembak .....	30
Gambar 4.1 <i>Flaring</i> terjadi saat krusibel dikeluarkan .....	32
Gambar 4.2 Struktur mikro paduan (a-b) Sampel 1, (c-d) Sampel 2, (e-f) Sampel 3, (g-h) Sampel 4 dalam perbesaran 10x dan 20x setelah homogenisasi.....	34
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan.....	36
Gambar 4.4 Grafik perbandingan laju korosi.....	38

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Sertifikat Tembaga (Cu) .....	45
Lampiran 2. Sertifikat Seng (Zn) .....	46
Lampiran 3. Sertifikat Timah Putih (Sn).....	47
Lampiran 4. <i>Mass Balance</i> Spesimen Tanpa Penambahan Sn.....	48
Lampiran 5. <i>Mass Balance</i> Spesimen Variasi Penambahan 0,5% Sn .....	49
Lampiran 6. <i>Mass Balance</i> Spesimen Variasi Penambahan 1% Sn .....	50
Lampiran 7. <i>Mass Balance</i> Spesimen Variasi Penambahan 1,5% Sn .....	51
Lampiran 8. Hasil Uji Komposisi Spesimen 1 .....	52
Lampiran 9. Hasil Uji Komposisi Spesimen 2.....	53
Lampiran 10. Hasil Uji Komposisi Spesimen 3.....	54
Lampiran 11. Hasil Uji Komposisi Spesimen 4.....	55
Lampiran 12. Dokumentasi Proses Pengecoran Spesimen .....	56
Lampiran 13. Data berat sampel pengujian ketahanan korosi .....	57

