

SKRIPSI
PENGARUH PROSES Pengerolan DINGIN dan ANIL
TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN
KETAHANAN KOROSI PADA PADUAN
KUNINGAN Cu-28Zn-1Sn



Disusun Oleh:
DIMAS HADI PRAHASTO
1502619059

Intelligentia - Dignitas

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : Pengaruh Proses Pengerolan Dingin Dan Anil
Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan Dan
Ketahanan Korosi Pada Paduan Kuningan Cu-
28Zn-1Sn

Penyusun : Dimas Hadi Prahasto

NIM : 1502619059

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

Pembimbing II : Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si.

Disetujui Oleh,

Pembimbing I

Pembimbing II



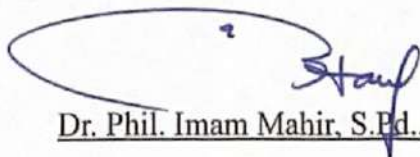
Dr. Imam Basori, S.T., M.T.
NIP. 197906072008121003



Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si.
NIP. 198202022010121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta



Dr. Phil. Imam Mahir, S.Ed., M.Pd.
NIP. 198404182009121002

LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : Pengaruh Proses Pengerolan Dingin Dan Anil Terhadap
Struktur Mikro, Kekerasan Dan Ketahanan Korosi Pada
Paduan Kuningan Cu-28Zn-1Sn
Penyusun : Dimas Hadi Prahasto
NIM : 1502619059
Tanggal ujian : 25 Juli 2025

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Infam Basori, S.T., M.T.
NIP. 197906072008121003


Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si.
NIP. 198202022010121002

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Sidang

Sekretaris Sidang

Penguji Ahli

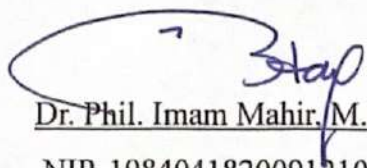

Drs. Tri Bambang AK, M.Pd.
NIP. 196412021990031002


Rani Anggrainy, S.Pd., M.T.
NIP. 199201102022032005


Dr. Siska Titik Dwiwati, M.T.
NIP. 197812122006042002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta


Dr. Phil. Imam Mahir, M.Pd.
NIP. 198404182009121002

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 ke tidak benaran, 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, Juli 2025

Yang membuat pernyataan




Dymas Hadi Prahasto
NIM. 1502619059



**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 : Dimas Hadi Prahasto
NIM : 1502619059
Fakultas/Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : dimashadip01@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 Proses Pengerolan Dingin dan Anil Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketahanan Korosi Pada Paduan Kuningan Cu-28Zn-1Sn”

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, 30 Juli 2025

(Dimas Hadi Prahasto)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, shalawat serta salam untuk nabi Muhammad SAW sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Pengaruh Proses Pengerolan Dingin dan Anil Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketahanan Korosi Pada Paduan Kuningan Cu-28Zn-1Sn” dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) bagi mahasiswa Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, Penulis sangat bersyukur dan berterimakasih untuk setiap pihak yang telah membantu dan mendukung, baik secara moril, materil dan doa. Maka dengan rasa hormat dan kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Dr. Phil. Imam Mahir, S.Pd., M.Pd., selaku Kepala Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Dr. Imam Basori, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing I yang dengan sabar membimbing Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T., M.Si., sebagai Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd., selaku Pembimbing Akademik penulis di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
5. Ibu dari penulis, yang senantiasa mendukung serta dan menjadi support system bagi penulis pada segala aktivitas dan pengalaman jatuh bangun penulis, nasihat pahitnya, candaan manisnya, dan kata mutiara yang tidak ternilai harganya.
6. Ayah dari penulis, yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk terus menuntut ilmu dan bekerja dengan sungguh-sungguh.
7. Adik dari penulis, saya ucapkan terimakasih adik kecil ku yang selalu menemani berbincang dan juga membuat bahagia tiap harinya.

8. Semua teman-teman kampus, terutama mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang selalu memberikan semangat dan dukungannya.

Skripsi ini disusun dengan sebaik-baiknya oleh Penulis. Tak terlepas dari semua itu, Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Maka Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun, agar dapat lebih baik lagi dimasa yang akan datang. Besar harapan Penulis agar skripsi ini dapat memberikan informasi dan pengetahuan bagi pembaca, terkhusus bermanfaat bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin.



Jakarta, Juli 2025

Penulis

Intelligentia - Dignitas

**PENGARUH PROSES Pengerolan Dingin dan Anil terhadap
Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi pada
Paduan Kuningan Cu-28Zn-1Sn**

Dimas Hadi Prahasto

**Dosen Pembimbing: Dr. Imam Basori, M.T. dan Dr. Ferry Budhi Susetyo,
M.T., M.Si.**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses pengerolan dingin dan anil terhadap struktur mikro, kekerasan, dan ketahanan korosi pada paduan kuningan Cu-28Zn-1Sn. Sampel kuningan diberikan perlakuan pengerolan dingin dengan variasi reduksi ketebalan 20 %, 40 % dan 70%, kemudian dilakukan proses anil pada temperatur 300 °C, 400 °C, 500 °C, dan 600 °C masing-masing selama 30 menit. Analisis struktur mikro dilakukan menggunakan mikroskop optik, kekerasan diuji menggunakan metode *Vickers*, dan ketahanan korosi dianalisis dengan uji *weight loss* menggunakan media korosi larutan H₂SO₄. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengerolan dingin meningkatkan kekerasan material akibat pengerolan dingin diikuti dengan meningkatnya ketahanan korosi. Nilai kekerasan paduan meningkat seiring bertambahnya deformasi plastis saat pengerolan dingin 20, 40 dan 70 % masing-masing bernilai 185,4 VHN, 247,2 VHN, dan 254,8 VHN. Sedangkan ketahanan korosi juga meningkat setelah perlakuan anil, ditunjukkan oleh penurunan laju korosi dari 0,119 mmpy (20 %) menjadi 0,112 mmpy (40 %) dan 0,077 mmpy (70 %)., dan Perlakuan anil menurunkan kekerasan secara signifikan pada semua tingkat deformasi, seperti pada deformasi 70% yang turun dari 243,3 VHN (300 °C) menjadi 89,9 VHN (600 °C), serta menurunkan laju korosi, di mana setiap tingkat deformasi menunjukkan penurunan tertinggi pada anil 600 °C dan tertinggi pada 300 °C. Proses anil terbukti mampu mengembalikan ketahanan korosi dan memperbaiki struktur mikro melalui rekristalisasi.

Kata Kunci: deformasi plastis, perlakuan termal, rekristalisasi, *vickers*, *weight loss*

***THE EFFECT OF COLD ROLLING AND ANNEALING PROCESSES ON
THE MICROSTRUCTURE, HARDNESS, AND CORROSION RESISTANCE
OF Cu-28Zn-1Sn BRASS ALLOY***

Dimas Hadi Prahasto

***Academic Advisor: Dr. Imam Basori, M.T. dan Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T.,
M.Si.***

ABSTRACT

This study aims to investigate the effect of cold rolling and annealing processes on the microstructure, hardness, and corrosion resistance of Cu-28Zn-1Sn brass alloy. The brass samples underwent cold rolling with thickness reduction levels of 20%, 40%, and 70%, followed by annealing at temperatures of 300 °C, 400 °C, 500 °C, and 600 °C for 30 minutes each. Microstructural analysis was conducted using an optical microscope, hardness was using the Vickers method, and corrosion resistance was evaluated via weight loss testing in an H₂SO₄ solution. The results showed that cold rolling increased the material's hardness due to plastic deformation and also enhanced corrosion resistance. The alloy's hardness increased with greater deformation during cold rolling 20, 40 and 70 % respectively worth 185.4 VHN, 247.2 VHN, and 254.8 VHN. Corrosion resistance also improved after annealing, as indicated by a decrease in corrosion rate from 0.119 mmpy (20%) to 0.112 mmpy (40%) and 0.077 mmpy (70%). Annealing significantly reduced hardness across all deformation levels—for example, at 70% deformation, the hardness dropped from 243.3 VHN (300 °C) to 89.9 VHN (600 °C)—while also reducing the corrosion rate. Each deformation level showed the lowest corrosion rate at 600 °C and the highest at 300 °C. Annealing was proven to restore corrosion resistance and refine the microstructure through recrystallization.

Keywords: plastic deformation, heat treatment, recrystallization, vickers, weight loss

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN I	ii
LEMBAR PENGESAHAN II	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
SURAT PERYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR PERSAMAAN	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	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
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Munisi	6
2.2 Fabrikasi Selongsong Munisi	8
2.3 Paduan Cu-Zn	9
2.3.1 Diagram Fasa Cu-Zn	10
2.3.2 Klasifikasi Logam Kuningan	11
2.4 Pengaruh Penambahan Unsur Sn pada Paduan Kuningan	12
2.5 Mekanisme Penguatan Logam	13
2.5.1 <i>Solid solution strengthening</i>	13

2.5.2	<i>Strengthening by Grain Size Reduction</i>	14
2.5.3	<i>Strain Hardening</i>	15
2.6	Pengerolan Dingin	15
2.6.1	Pengaruh Pengerolan Dingin Terhadap Cu-Zn	16
2.7	<i>Annealing</i>	17
2.7.1	Pemulihan (<i>Recovery</i>)	18
2.7.2	Rekristalisasi (<i>Recrystallization</i>)	18
2.7.3	Pertumbuhan Butir (<i>Grain Growth</i>)	19
2.8	Pengecoran	19
2.9	Struktur Mikro	21
2.10	Pengujian Kekerasan	22
2.10.1	<i>Vickers Hardness Tester</i>	22
2.11	Korosi	23
2.11.1	<i>Selective leaching</i>	24
2.11.2	Pengujian Laju Korosi	25
2.11.2.1	Pengujian Metode Kehilangan Berat (<i>Weight loss</i>)	26
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1	Diagram Alir Penelitian	28
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	29
3.2.1	Alat Penelitian	29
3.2.2	Bahan Penelitian	31
3.3	Prosedur Penelitian	32
3.3.1	Persiapan Spesimen	32
3.3.2	Proses <i>Pre-heating</i> Cetakan	34
3.4	Proses Pengecoran	35
3.5	Proses Homogenisasi	36
3.6	Proses Pemotongan Sampel	37
3.7	Proses Pengerolan Dingin	38
3.8	Proses Anil	41
3.9	Karakterisasi Material	43
3.9.1	Pengujian Komposisi Kimia	43

3.9.2	Pengamatan Struktur Mikro	44
3.9.3	Pengujian Kekerasan	46
3.9.4	Pengujian Ketahanan Korosi	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Analisis Komposisi Kimia Paduan Hasil Pengecoran Gravitasi pada Kondisi <i>As Homogenized</i>	51
4.2	Analisis Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Paduan Cu-28Zn-2,2Sn pada Kondisi <i>As Homogenized</i>	53
4.3	Pengaruh Pengerolan Dingin Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Paduan Cu-28Zn-2,2Sn	56
4.4	Pengaruh Temperatur Anil Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Terhadap Proses Pengerolan Dingin Paduan Cu-28Zn-2,2Sn	60
4.5	Pengaruh Pengerolan Dingin dan Temperatur Anil Terhadap Ketahanan Korosi Paduan Cu-28Zn-2,2Sn	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		76
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		80

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi Skematis Munisi	6
Gambar 2.2	Munisi Kaliber Kecil; Kaliber (a) 5,56 mm, (b) 7,62 mm, (c) 9 mm, dan (d) 38 SP	7
Gambar 2.3	Munisi kaliber besar; (a) Kaliber 12,7 mm dan (b) mortar MU27-PE	7
Gambar 2.4	Munisi Khusus; (a) GT-6 SUPAR, (b) GT5-PE, dan (c) GT5-OFF	7
Gambar 2.5	Fabrikasi Selongsong Munisi	8
Gambar 2.6	Kuningan	9
Gambar 2.7	Diagram Fasa Cu-Zn	10
Gambar 2.8	Efek Ketahanan Korosi Penambahan Unsur Sn Pada Paduan Kuningan Cu-28Zn	12
Gambar 2.9	Efek Nilai Kekerasan Penambahan Unsur Sn Pada Paduan Kuningan Cu-35Zn	12
Gambar 2.10	Larutan Padat Substitusi dan Larutan Padat Interstisi	14
Gambar 2.11	<i>Strengthening by Grain Size Reduction</i>	14
Gambar 2.12	Skematik Proses Pengerolan	16
Gambar 2.13	Proses Pemulihan, Rekrystalisasi, dan Pertumbuhan Butir .	17
Gambar 2.14	(a) Pengecoran Gravitasi Cetakan Terbuka dan (b) Cetakan Tertutup	20
Gambar 2.15	Struktur Kristal Logam	22
Gambar 2.16	Contoh Dezintifikasi Pada Kuningan	25
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.2	(a) <i>Cutting Wheel</i> , (b) <i>Band Saw</i> , (c) <i>Bench grinder</i> , dan (d) Timbangan Digital	29
Gambar 3.3	(a) <i>Crusible</i> , (b) <i>Ladle</i> , Batang Besi, Batang Pengaduk dan Penjepit, dan (c) <i>Furnace</i>	29
Gambar 3.4	(a) Tungku Gas, dan (b) Cetakan Baja SUP9	30
Gambar 3.5	(a) Optical Microscopic, (b) Mesin Uji Keras <i>Vickers</i> , dan (c) Alat Pelindung Diri	30

Gambar 3.6	(a) <i>Glue Gun</i> , (b) Batang Baja 20 × 20 mm, (c) <i>Beaker Glass</i> , dan (d) Cawan Petri	31
Gambar 3.7	(a) Tembaga, (b) Seng, dan (c) Timah Putih	31
Gambar 3.8	(a) Grafit dan <i>Thinner</i> , (b) Resin <i>Epoxy</i> dan <i>Hardener</i> , dan (c) Kertas Amplas	31
Gambar 3.9	(a) Kain Beludru, (b) Alumina, (c) <i>Aquades</i> , dan (d) Fe_3Cl	32
Gambar 3.10	(a) Alkohol 98 %, dan (b) H_2SO_4	32
Gambar 3.11	Gambar Teknik Cetakan Pengecoran	33
Gambar 3.12	(a) Pemotongan Bahan, dan (b) Penimbangan Bahan	33
Gambar 3.13	Hasil Penimbangan (a) Cu (b) Zn (c) Sn	34
Gambar 3.14	Proses <i>Preheating</i> Cetakan (a) Cetakan Dilapisi Grafit dan <i>Thinner</i> (b) Cetakan Dimasukkan Dalam Tungku Gas Hingga Temperatur 800 °C	34
Gambar 3.15	Proses Pengecoran (a) Pemasukan Material Dalam Crusibel, (b) Pengadukan dan Pengambilan Slag, dan (c) Proses Penuangan Cairan pada Cetakan	35
Gambar 3.16	(a) Proses Pembongkaran Cetakan Setelah Coran Dingin, dan (b) Hasil Pengecoran Cu-28Zn-1Sn	36
Gambar 3.17	(a) Proses Homogenisasi Dalam Tungku Listrik, dan (b) Hasil Homogenisasi Paduan Kuningan Cu-28Zn-1Sn	36
Gambar 3.18	Ilustrasi Pemotongan Pada Sampel	37
Gambar 3.19	Ilustrasi Pemotongan Sampel Setelah Dilakukan Pengerolan Dingin Dan Anil Pada Reduksi Ketabalan (a) 20 %, (b) 40 %, dan (c) 70 %	38
Gambar 3.20	(a) Hasil Pemotongan Pelat Yang Ingin Dilakukan Pengerolan, (b) Pengaturan Pass Yang Diberikan Sebelum Dilakukannya Pengerolan dan (c) Proses Pemasukan Pelat Kedalam Mesin <i>Roll</i>	40
Gambar 3.21	(a) Hasil Akhir Pelat Yang Telah Dilakukan Pengerolan, dan (b) Perhitungan Ukuran Pelat Untuk Memastikan Kesesuaian	41

Gambar 3.22	(a) Pemotongan Sampel Anil, (b) Memberi Nomer Pada Setiap Sampel, dan (c) Sampel yang Akan Dilakukan Proses Anil	41
Gambar 3.23	Sampel Dimasukkan Dalam Tungku Untuk Proses Anil	42
Gambar 3.24	Hasil Sampel Proses Anil	43
Gambar 3.25	Mesin Uji Komposisi	44
Gambar 3.26	Sampel Uji OES (a) Sampel yang Telah Dipreparasi (b) Sampel Sesudah Dilakukan Uji OES	44
Gambar 3.27	(a) Pencampuran Cairan Resin, (b) Penuangan Cairan Resin Kedalam Cetakan, dan (c) Hasil <i>Mounting</i> Spesimen	45
Gambar 3.28	Proses Preparasi Spesimen Pengujian Struktur Mikro (a) Pengamplasan Spesimen, (b) Pemolesan Spesimen, dan (c) Pengetsaan Spesimen	45
Gambar 3.29	Pengamatan Spesimen Dengan Mikroskop Optik	46
Gambar 3.30	<i>Mounting</i> Spesimen Uji Kekerasan	47
Gambar 3.31	Hasil Spesimen yang Sudah Dilakukan Pengamplasan dan Pemolesan Dan Akan Dilakukan Pengujian	47
Gambar 3.32	(a) Jejak Identor Pada Spesimen, dan (b) Pengambilan Data Pengujian Kekerasan	48
Gambar 3.33	Pembuatan Campuran Larutan H_2SO_4 dan <i>Aquades</i> Pada <i>Beaker glass</i> Pada Wadah Berisikan Air	49
Gambar 3.34	Proses Sebelum Dilakukannya Pengujian Korosi (a) Hasil Preparasi Spesimen, (b) Penimbangan Sebelum Proses <i>Mounting</i> , dan (c) Spesimen <i>Dimounting</i> Menggunakan Lem Tembak	49
Gambar 3.35	(a) Spesimen Direndam Dalam Larutan Korosif, dan (b) Hasil Pembersihan Spesimen Setelah Direndam	50
Gambar 4.1	Struktur Mikro Paduan Cu-28Zn-2,2Sn Pada Kondisi (a-b) <i>As-cast</i> dan (c-d) <i>As-Homogenized</i> Pada Temperatur $800^{\circ}C$ Selama 2 Jam Dengan Pendinginan Udara Dalam Perbesaran $5\times$ dan $10\times$	54

Gambar 4.2	Grafik Hasil Uji Keras Paduan Cu-28Zn-2,2Sn <i>As-casting</i> dan <i>As-Homogenized</i>	55
Gambar 4.3	Struktur Mikro Paduan Cu-28Zn-2,2Sn yang Dilakukan Pengerolan Dingin Sebesar 20% (a,b), 40% (c,d), dan 70% (e,f) Dalam Perbesaran 5× dan 10×	57
Gambar 4.4	Nilai Kekerasan Paduan Cu-28Zn-2,2Sn yang Dilakukan Pengerolan Dingin Pada Deformasi 20, 40, dan 70 %	59
Gambar 4.5	Struktur Mikro Paduan Cu-28Zn-2,2Sn Pada Kondisi Pengerolan Dengan Reduksi Ketebalan 20, 40 dan 70 % dan Dilanjutkan Dengan Proses Anil Selama 30 Menit (a-e-i) Temperatur Anil 300 °C, (b-f-j) Temperatur Anil 400 °C, (c-g-k) Temperatur Anil 500 °C, dan (d-h-l). Pada Perbesaran (a-d) 5×, (e-h) 10×, dan (i-l) 20×	61
Gambar 4.6	Nilai Kekerasan Pada Paduan Cu-28Zn-2,2Sn yang Dilakukan Pengerolan Dingin Pada Deformasi 20, 40, dan 70 % dan Masing-Masing Dilakukan Annealing Pada Temperatur 300, 400, 500, dan 600 °C	63
Gambar 4.7	Laju Korosi Pada Paduan Cu-28Zn-2,2Sn yang Dilakukan Pengerolan Dingin Dengan Deformasi 20, 40, dan 70 % dan Masing-Masing Dilakukan Annealing Dengan Temperatur 300, 400, 500, dan 600 °C	65

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Keuntungan dan Kelebihan Dari Pengecoran Gravitasi	20
Tabel 2.2	Jenis-Jenis Unit Satuan Laju Korosi	25
Tabel 2.3	Perbandingan Penetrasi Korosi Pada Spesimen	26
Tabel 4.1	Hasil Uji Komposisi Kimia	51



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR PERSAMAAN

(2.1)	Perhitungan Uji <i>Vickers</i>	23
(2.2)	Perhitungan <i>Weight loss</i>	27
(3.1)	Perhitungan Beban <i>Roll</i>	38
(3.2)	Perhitungan Jumlas <i>Pass</i>	39



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Sertifikat Tembaga (Cu)	76
Lampiran 2.	Sertifikat Seng (Zn)	77
Lampiran 3.	Sertifikat Timah Putih (Sn)	78
Lampiran 4.	Hasil Uji Komposisi Kimia (OES)	79



Intelligentia - Dignitas