

SKRIPSI

**PENGARUH PROSES Pengerolan DINGIN DAN PROSES
PERLAKUAN PANAS *ANIL* TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KEKERASAN, DAN KETAHANAN KOROSI PADUAN Cu-
34Zn-Ni**



Intelligentia - Dignitas

REZA PUTRA ANANDA

1520621005

PROGRAM STUDI

TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

TAHUN 2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Proses Pengerolan Dingin dan Proses Perlakuan Panas *Anil* Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Paduan Cu-34Zn-Ni

Penyusun : Reza Putra Ananda

NIM : 1520621005

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

Pembimbing II : Dr. Ahmad Kholil, M.T.

Tanggal Ujian : 6 November 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Dr. Imam Basori, M.T.

NIP. 197906072008121003

Pembimbing II



Dr. Ahmad Kholil, M.T.

NIP. 197908312005011001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,



Nugroho Gama Yoga, M.T.

NIP. 197602052006041001

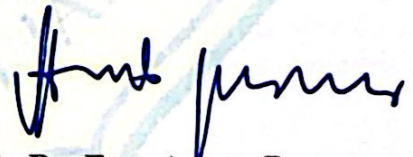
Sekretaris Penguji,



Dr. Eng. I Wawan Sugita, M.T.

NIP. 197911142012121001

Dosen Ahli,



Dr. Eng. Agung Premono, M.T.

NIP. 197705012001121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin,
Universitas Negeri Jakarta



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

NIP. 197911022012121001

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Reza Putra Ananda

No. Registrasi : 1520621005

Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 18 Agustus 2002

Jl. Sungai Tiram No.65 RT.008/02, Kel. Marunda

Alamat : Kec. Cilincing, Kota Jakarta Utara, DKI Jakarta,
14150

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat 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, 10 November 2025

Yang membuat pernyataan,



10000
METERAI
TEMPEL
9F5C4ANX135914358

Reza Putra Ananda

No. Reg. 1520621005



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 : Reza Putra Ananda
NIM : 1520621005
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Teknik Mesin
Alamat email : rezaananda925@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 Proses Perlakuan Panas *Anil* Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Paduan Cu-34Zn-Ni

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, 10 November 2025

Penulis

Reza Putra Ananda

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi magang yang berjudul **“PENGARUH PROSES Pengerolan Dingin dan Proses Perlakuan Panas *ANIL* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KETAHANAN KOROSI PADUAN Cu-34Zn-Ni”** dengan baik.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat yang diperlukan, yaitu mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang terlibat untuk membantu, membimbing, memberi petunjuk, dan dukungan dalam melaksanakan proses penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Ragil Sukarno, S.T., M.T., IPM. selaku Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Dr. Imam Basori, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ahmad Kholil, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini
4. Seluruh Dosen pengajar dan Staf Administrasi Program Studi S1 Teknik Universitas Negeri Jakarta, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan pengalaman yang berharga selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua yang penulis sayangi yang telah memberikan semangat, nasihat, doa, dan juga dukungan material dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
6. Kepada Hendi, Radite, Akhid, Ali, Khoirul, Faishal, dan teman teman lainnya yang senantiasa membantu penulis dalam proses pengerjaan skripsi.
7. Teman-teman seperjuangan prodi S1 Teknik Mesin Angkatan 2021 yang terus memberikan semangat dalam proses penyusunan skripsi ini.

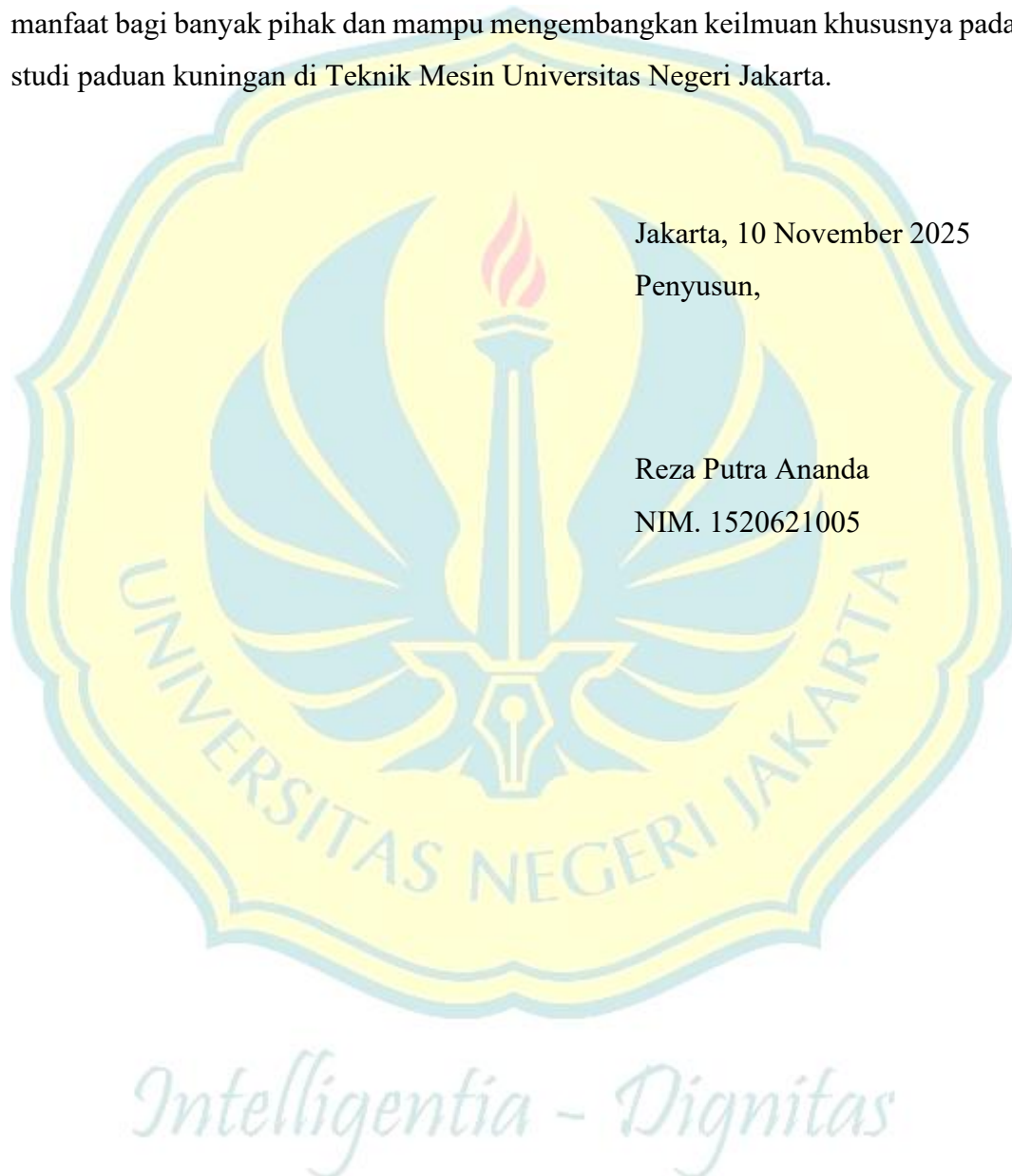
Penulis mohon maaf apabila terdapat banyak kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat membantu perkembangan terkait topik skripsi ini maupun bagi penulis secara pribadi. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak dan mampu mengembangkan keilmuan khususnya pada studi paduan kuningan di Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 10 November 2025

Penyusun,

Reza Putra Ananda

NIM. 1520621005



**PENGARUH PROSES Pengerolan Dingin dan Proses
Perlakuan Panas *ANIL* Terhadap Struktur Mikro,
Kekerasan, dan Ketahanan Korosi Paduan Cu-34Zn-Ni**

Reza Putra Ananda

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

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pengaruh proses pengerolan dingin dan perlakuan panas (*anil*) terhadap struktur mikro, kekerasan, serta ketahanan korosi pada paduan kuningan Cu-34Zn dengan variasi penambahan unsur nikel (0,5%, 1%, dan 1,5%). Penelitian dilatarbelakangi oleh kebutuhan material alternatif untuk peralatan medis yang memiliki kombinasi sifat mekanik dan ketahanan korosi yang baik, menggantikan material *stainless* yang memerlukan *treatment* setelah penggunaan serta impor berbiaya tinggi. Kajian teori meliputi mekanisme penguatan logam, pengaruh unsur Ni terhadap paduan Cu-Zn, serta teori rekristalisasi dan difusi atom pada pengerolan dingin dan perlakuan panas *anil*. Metode penelitian mencakup pengecoran gravitasi, homogenisasi pada 800 °C selama 2 jam, pengerolan dingin dengan reduksi ketebalan 70%, dan proses *anil* pada temperatur 300-600 °C. Karakterisasi dilakukan melalui uji komposisi kimia (OES), pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik, uji kekerasan vickers, dan uji ketahanan korosi metode *weight loss*. Hasil menunjukkan bahwa penambahan Ni meningkatkan homogenitas struktur mikro dan memperhalus butir. Paduan Cu-34Zn-1Ni mencapai kekerasan tertinggi 225,74 VHN, sedangkan ketahanan korosi terbaik ditunjukkan pada Cu-34Zn-1Ni setelah *anil* 600 °C. Secara keseluruhan, kombinasi pengerolan dingin dan *anil* meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan korosi, menjadikan paduan ini potensial untuk aplikasi alat medis dan lingkungan korosif.

Kata Kunci: pengerolan dingin, *anil*, struktur mikro, ketahanan korosi

***THE EFFECT OF COLD ROLLING AND HEAT TREATMENT
ANNEALING PROCESSES ON THE MICROSTRUCTURE, HARDNESS,
AND CORROSION RESISTANCE OF Cu-34Zn-Ni ALLOY***

Reza Putra Ananda

***Academic Advisor: Dr. Imam Basori, S.T., M.T. dan Dr. Ahmad Kholil, S.T.,
M.T.***

ABSTRACT

This study investigates the effect of cold rolling and heat treatment (annealing) processes on the microstructure, hardness, and corrosion resistance of Cu-34Zn brass alloy with variations in nickel addition (0.5%, 1%, and 1.5%). The research is motivated by the need for alternative materials for medical instruments that combine good mechanical properties and corrosion resistance, as a substitute for stainless steel, which requires post-use treatment and is relatively expensive due to import dependence. The theoretical framework includes the mechanisms of metal strengthening, the influence of Ni addition on Cu-Zn alloys, and theories of recrystallization and atomic diffusion during cold rolling and annealing heat treatment. The experimental methods consist of gravity casting, homogenization at 800 °C for 2 hours, cold rolling with a 70% thickness reduction, and annealing at temperatures ranging from 300 °C to 600 °C. Characterization was performed through chemical composition analysis (OES), microstructural observation using an optical microscope, Vickers hardness testing, and corrosion resistance testing using the weight loss method. The results show that nickel addition improves microstructural homogeneity and refines the grain structure. The Cu-34Zn-1Ni alloy exhibited the highest hardness of 225.74 VHN, while the best corrosion resistance was achieved in Cu-34Zn-1Ni after annealing at 600 °C. Overall, the combination of cold rolling and annealing enhanced both mechanical properties and corrosion resistance, making this alloy a promising candidate for medical instrument applications and corrosive environments.

Keywords: cold rolling, annealing, microstructure, corrosion resistance

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
2.1 Kuningan (Cu-Zn).....	6
2.2.1 Diagram Fasa.....	6
2.2.2 Klasifikasi Logam Kuningan	7
2.2 Mekanisme Penguatan Logam.....	8
2.3 Penambahan Unsur Lain Pada Paduan Kuningan.....	10
2.3.1 Pengaruh Penambahan Unsur Mangan (Mn) Pada Kuningan.....	10
2.3.2 Pengaruh Penambahan Unsur Aluminium (Al) Pada Kuningan	11
2.3.3 Pengaruh Penambahan Unsur Timah (Sn) Pada Kuningan.....	11
2.3.4 Pengaruh Penambahan Unsur Nikel (Ni) Pada Kuningan	11
2.4 Nikel (Ni).....	12
2.5 Termo Mekanikal.....	12
2.5.1 Proses Pengerolan	12
2.5.2 Klasifikasi Proses Pengerolan Menurut George E Dieter	13

2.5.3 Perlakuan Panas (<i>Anil</i>)	14
2.6 Pinset Bedah.....	17
2.7 Korosi.....	18
2.8 Pengujian Kekerasan.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.1.1 Waktu Penelitian	22
3.1.2 Tempat Penelitian.....	22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.2.1 Alat Penelitian	22
3.2.2 Bahan Penelitian.....	24
3.3 Diagram Alir	26
3.4 Teknik dan Proses Pengambilan Data.....	27
3.4.1 Proses Pengecoran.....	27
3.4.2 Homogenisasi	31
3.5 Proses Pengerolan Dingin	32
3.6 Proses <i>Anil</i>	34
3.7 Karakterisasi	36
3.7.1 Pengujian Komposisi Kimia.....	36
3.7.2 Pengamatan Struktur Mikro	37
3.7.3 Uji Keras	38
3.7.4 Uji Korosi.....	39
3.8 Jadwal Penelitian	41
BAB IV PEMBAHASAN.....	42
4.1 Hasil Uji Komposisi Kimia.....	42
4.2 Pengaruh Penambahan Ni Terhadap Struktur Mikro Paduan Kuningan Pada Kondisi <i>As-Homogenized</i>	44
4.3 Pengaruh Pengaruh Penambahan Ni Terhadap Kekerasan Paduan Kuningan Pada Kondisi <i>As-Homogenized</i>	47
4.4 Pengaruh Pengerolan Dingin dan Penambahan Ni Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Paduan Kuningan	48

4.5 Pengaruh Temperatur <i>Anil</i> dan Penambahan Ni Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Paduan Kuningan	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Diagram Fasa (Cu-Zn) (Tata Surdia, 1999).....	6
Gambar 2. 2	<i>Substional solid solution dan interstitial solid solution</i> (Callister Jr, W. D., & Rethwisch, 1940).....	8
Gambar 2. 3	<i>Strengthening by Grain Size Reduction</i> (Callister Jr, W. D., & Rethwisch, 1940)	9
Gambar 2. 4	Grafik Pengaruh Unsur Mn dan Variasi Temperatur <i>Anneling</i> Terhadap Paduan Kuningan (Basori & Sofyan, 2020).....	10
Gambar 2. 5	Proses Pengerolan (Sumber: www.hawcoindia.com)	13
Gambar 2. 6	Susunan <i>roll</i> untuk pengerolan logam (a) searah dua tingkat, (b) dua tingkat bolak balik, dan (c) tiga Tingkat (Dieter, 1992).	13
Gambar 2. 7	Proses <i>Anneling</i> (Sumber: didinlubis.wordpress.com)	15
Gambar 2. 8	Butir-butir kecil di dalam logam (subbutir) membesar saat proses pemanasan (<i>anil</i>). (a-b) Proses pembesaran itu bisa terjadi secara perlahan dan merata (kontinu), atau (c-d) terjadi tiba-tiba dan tidak merata (diskontinu) (Raabe, 2014)	16
Gambar 2. 9	Macam-macam Pinset	18
Gambar 2. 10	Prinsip Pengukuran Kekerasan Vickers Sumber: (Abdul et al., 2018).....	20
Gambar 3. 1	Peralatan yang digunakan (a) Perlengkapan APD, (b) Gerinda tangan (c), Timbangan digital.	23
Gambar 3. 2	(a) Tungku Listrik, (b) Cetakan baja, (c) Crusible, (d) Tungku gas.	23
Gambar 3. 3	(a) Alat uji vickers, (b) Mikroskop optik, (c) Mesin poles. ...	24
Gambar 3. 4	Bahan (a) Kuningan, (b) Seng, (c) Nikel	24
Gambar 3. 5	Grafit dan <i>Thinner</i>	24
Gambar 3. 6	Diagram Alir	26
Gambar 3. 7	Pemotongan dan Mass balance material	29
Gambar 3. 8	(a) Proses pengamplasan, (b) Proses pengolesan grafit dan thinner	29
Gambar 3. 9	(a) Proses memasukan Cu dan Ni ke dalam krusibel, (b) Memasukan Cu dan Ni ke dalam tungku	30
Gambar 3. 10	(a) Memasukan cetakan ke dalam burner, (b) Proses preheating.....	30
Gambar 3. 11	(a) Proses memasukan Zn ke dalam krusibel, (b) Proses pencampuran Zn.....	31
Gambar 3. 12	(a) Proses pengangkatan terak, (b) Proses penuangan hasil coran.....	31
Gambar 3. 13	(a) Hasil pengecoran, (a) Proses homogenisasi.....	32

Gambar 3. 14	(a) Mesin Roll, (b) Pengaturan Pass yang diberikan sebelum melakukan pengerolan, dan (c) Proses pemasukan plat ke dalam mesin <i>roll</i>	33
Gambar 3. 15	Hasil Pengerolan	34
Gambar 3. 16	(a) Proses <i>mapping</i> pada material hasil pengerolan, (b) Proses pemotongan spesimen.....	35
Gambar 3. 17	(a) Sampel dimasukkan ke dalam tungku untuk proses anil, (b) Hasil sampel proses <i>anil</i>	36
Gambar 3. 18	Mesin Uji Komposisi	36
Gambar 3. 19	(a) Proses mounting pada spesimen, (b) Hasil pengamplasan dan pemolesan pada spesimen	37
Gambar 3. 20	Pengamatan Spesimen dengan Mikroskop Optik	38
Gambar 3. 21	Alat Uji Kekerasan Vickers	38
Gambar 3. 22	(a) Pengambilan data pengujian kekerasan, (b) Jejak indentor pada spesimen	39
Gambar 3. 23	Pembuatan Campuran Larutan H ₂ SO ₄ dan Aquades pada Beaker Glass pada wadah berisikan air.....	39
Gambar 3. 24	Proses sebelum dilakukan pengujian korosi (a) Hasil preparasi spesimen, (b) Peroses pengeboran spesimen.....	40
Gambar 3. 25	Spesimen Direndam dalam Larutan Korosi.	40
Gambar 4. 1	Struktur Mikro Cu-34Zn-xNi dalam Perbesaran 10x dan 20x Pada Kondisi <i>As-Homogenized</i>	45
Gambar 4. 2	Grafik Nilai Kekerasan Pada Kondisi <i>As-Homogenized</i>	47
Gambar 4. 3	Perbandingan Struktur Mikro Cu-34Zn-xNi dalam Perbesaran 10x Pada Kondisi <i>As-Homo</i> dan <i>As-roll</i> Deformasi 70%.....	49
Gambar 4. 4	Perbandingan Struktur Mikro Cu-34Zn-xNi dalam Perbesaran 20x Pada Kondisi <i>As-Homo</i> dan <i>As-roll</i> Deformasi 70%.....	50
Gambar 4. 5	Grafik Nilai Kekerasan Pada Kondisi <i>As-Roll</i>	52
Gambar 4. 6	Struktur mikro dalam perbesaran 10x paduan Cu-34Zn-xNi kondisi setelah pengerolan dengan deformasi 70% yang dilanjutkan dengan proses <i>anil</i> pada temperatur 300, 400, 500, dan 600 °C selama 30 menit.....	55
Gambar 4. 7	Struktur mikro dalam perbesaran 20x paduan Cu-34Zn-xNi kondisi setelah pengerolan dengan deformasi 70% yang dilanjutkan dengan proses <i>anil</i> pada temperatur 300, 400, 500, dan 600 °C selama 30 menit.....	56
Gambar 4. 8	Grafik Nilai Kekerasan Pada Kondisi <i>As-Roll Anil</i>	58
Gambar 4. 9	Grafik Lajur Korosi Paduan Kuningan Cu-34Zn-xNi Pada Kondisi <i>As-Roll Anil</i>	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi (Sugeng, M., Maulana Ismail, F., & Purbo Utomo, 2022).....	19
Tabel 3. 1	Densitas Unsur dan <i>Volume</i> Paduan.....	27
Tabel 3. 2	Hasil Perhitungan <i>Mass Balance</i>	27
Tabel 3. 3	Jadwal Penelitian	41
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian Komposisi	42
Tabel 4. 2	Komposisi Kimia Pada Sampel	43
Tabel 4. 3	Nilai Kekerasan Vickers <i>As-Roll Anil</i>	57



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Sertifikat Tembaga (Cu)	69
Lampiran 2	Sertifikat Seng (Zn)	70
Lampiran 3	Hasil Uji Komposisi Sampel 1	71
Lampiran 4	Hasil Uji Komposisi Sampel 2	72
Lampiran 5	Hasil Uji Komposisi Sampel 3	73
Lampiran 6	Hasil Uji Komposisi Sampel 4	74
Lampiran 7	Hasil Uji <i>Hardness Vickers</i> dengan beban 1kg pada paduan Kuningan	75
Lampiran 8	Hasil Uji Laju Korosi dengan metode <i>weight loss</i> pada paduan Kuningan	76
Lampiran 9	Proses Pengecoran	77
Lampiran 10	Proses Pengerolan	78

