

**PROPERTI MEKANIS MATERIAL 9Cr-1Mo- SS316L
UNTUK KELONGSONG BAHAN BAKAR NUKLIR REAKTOR DAYA**

THESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana Program Studi Magister Teknik Mesin



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Disusun oleh:

MAYDA PURNAMA

55820010004

PROGRAM STUDY MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK MESIN

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023

PENGESAHAN TESIS

Judul : Mekanis Propertis Material 9Cr-1Mo-SS316L untuk
Kelongsong Bahan Bakar Nuklir Reaktor Daya
Nama : MAYDA PURNAMA
NIM : 55820010004
Program Study : Magister Teknik Mesin
Tanggal : 24 Januari 2023

Mengesahkan
Pembimbing



Prof. Usman Sudjadi

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin



Dr. Ir. Mawardi Amin, MT



Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mayda Purnama

NIM : 55820010004

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Penelitian : **Mekanis Propertis Material 9Cr-1Mo-SS316L untuk Kelongsong Bahan Bakar Nuklir Reaktor Daya.**

Dengan ini menyatakan bahwa melakukan penelitian dengan sesungguhnya. Proposal tesis yang buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari ternyata hasil penulisan proposal tesis ini hasil plagiat atau penjiplak karya orang lain, maka bersedia mempertanggung jawabkan dan bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan Universitas Mercu Buana Jakarta.

Demikian pernyataan ini buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Jakarta, 24 Januari 2023

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



(Mayda Purnama)

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang di tulis oleh :

Nama : Mayda Purnama
NIM : 55820010004
Program Studi : Magister Teknik Mesin

dengan judul :

“PENGUJIAN SIFAT MEKANIK DAN KOMPOSISI KIMIA DARI PELEBURAN Al_2Mg_3 - APLIKASI UNTUK MATERIAL KELONGSONG BAHAN BAKAR REAKTOR NUKLIR RISET”, telah dilakukan pengecekan *Similarity* dengan sistem turnitin pada tanggal 17 Januari 2023; 14.10, didapatkan nilai presentase sebesar 12 %.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 17 januari 2023
Administrator Turnitin



Miyono, S. Kom

KATA PENGANTAR

Segala Puji hanya milik Allah SWT, atas segala limpahan Rahmat, Inayah, Taufik dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tesis ini dengan judul “MEKANIS PROPERTIS MATERIAL 9Cr-1Mo-SS316L UNTUK KELONGSONG BAHAN BAKAR NUKLIR REAKTOR DAYA”.

Sebagai salah satu bentuk pertanggung jawaban mata kuliah Seminar Hasil 2 yang wajib dilaksanakan oleh setiap mahasiswa di Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercubuana akhirnya laporan Tesis ini disusun. Berbagai pihak telah banyak memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungannya. Oleh karena itu dengan segenap ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr.Ir. Andi Adriansyah,M.Eng Selaku Rektor Universitas MercuBuana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dafit Feriyanto, Ph.D Selaku Kaprodi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Andi Firdaus, MT Selaku Sekprodi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Prof. Dr. Usman Sudjadi, M.Sc Selaku Dosen Pembimbing Tesis Universitas Mercu Buana.
6. Keluarga tercinta yang selalu memberi memotivasi untuk menyelesaikan studi S2.
7. Rekan- rekan seperjuangan S2 Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, terima kasih atas bantuan dan semangat yang telah diberikan.
8. Seluruh rekan dan berbagai pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam Laporan Tesis ini masih terdapat banyak kekurangan maupun kesalahan .Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya .

Jakarta, Januari 2023



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN DEKLARASI	iii
HALAMAN SIMILARITY	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Novelty	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kelongsong/Cladding	7
2.2 Material Kelongsong/Cladding Bahan Bakar Nuklir	8
2.2.1 Sifat Bahan Untuk Reaktor Nuklir	8
2.2.2 Sifat Umum Bahan Untuk Reaktor Nuklir	8
2.2.3 Sifat Khusus Bahan Untuk Reaktor Nuklir	9
2.3 Bahan Bakar Nuklir Reaktor Daya	9
2.4 Material Reaktor Daya	11
2.5 Chromium	14
2.6 Stainless Steel (SS)	14
2.7 Molibdenum	14
2.8 Pengujian Impact	15
2.9 Pengujian Kekerasan Rockwell	16

2.10	Pengujian Mikrostruktur	19
2.11	Pengujian Bending	19
2.12	Penelitian Terdahulu	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	Diagram Alir	22
3.2	Tempat Pelaksanaan	22
3.3	Alat dan Bahan	22
3.4	Proses Pembuatan Sampel Material	32
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Perhitungan Pengujian <i>Impact</i>	35
4.1.1	Pembahasan Uji <i>Impact</i>	39
4.2	Perhitungan Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell	41
4.2.1	Pembahasan Uji Kekerasan Rockwell	43
4.3	Data Uji Mikrostruktur/ Scaning Electron Microscope (SEM)	44
4.3.1	Hasil Uji Mikrostruktur/ SEM dengan perbesaran 200x	44
4.4	Data Uji Bending	46
4.4.1	Hasil Uji Bending	46
4.5	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	51
BAB V KESIMPULAN		52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN KARTU ASISTENSI		57
LAMPIRAN PERHITUNGAN		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	14
Gambar 3.2 Neraca Analitik	15
Gambar 3.3 Alat uji kekerasan	15
Gambar 3.4 Alat uji Impak	16
Gambar 3.5 Alat uji Komposisi Kimia	17
Gambar 3.6 Alat uji mikrostruktur	17
Gambar 3.7 Tungku Pengecoran Material	18
Gambar 3.8 Bahan Kromium	18
Gambar 3.9 Stainless Steel 316	19
Gambar 3.10 Molibdenum	19
Gambar 3.11 Proses Penimbangan 9% Kromium	20
Gambar 3.12 Proses Penimbangan 90% Stainless Steel	21
Gambar 3.13 Proses Penimbangan 1% Molibdenum	21
Gambar 3.14 Material 9%Cr, 90% SS 316 dan 1%Mo sebelum di lebur	21
Gambar 3.15 Proses Peleburan Sampel Material	22
Gambar 3.16 Material Uji Hasil Peleburan	22
Gambar 4.1 Komponen Mesin Uji <i>Impact Charpy</i>	30
Gambar 4.2 Sketsa Pembebanan <i>Impact Metode Charpy</i>	31
Gambar 4.3 Dimensi sampel Uji	31
Gambar 4.4 Grafik Hasil Perhitungan <i>Impact</i>	34
Gambar 4.5 Grafik Energi yang di serap pada Hasil Pengujian <i>Impact</i>	35
Gambar 4.6 Grafik Energi <i>Impact</i>	36
Gambar 4.7 Grafik Rata-rata hasil pengujian Kekerasan Rockwell	38
Gambar 4.8 Alat Pengujian Struktur Mikro	39
Gambar 4.9 Bentuk Struktur Mikro 9Cr-SS316-1Mo Non tempering	39
Gambar 4.10 Bentuk Struktur Mikro 9Cr-SS316-1Mo tempering 300 ⁰ C	40
Gambar 4.11 Bentuk Struktur Mikro 9Cr-SS316-1Mo tempering 400 ⁰ C	40
Gambar 4.12 Bentuk Struktur Mikro 9Cr-SS316-1Mo tempering 500 ⁰ C	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbedaan <i>novelty</i> peneliti dengan penelitian terdahulu	4
Tabel 2.1 Sifat umum bahan untuk bahan reaktor nuklir	6
Tabel 2.2 Sifat khusus bahan untuk bahan reaktor nuklir	7
Tabel 2.3 Material kelosong bahan bakar nuklir dan jenis reactor	11
Tabel 3.1 Standar Kekerasan metode pengujian rocwell	23
Tabel 3.2 Skala Kekerasan	24
Tabel 4.1 Data hasil pengukuran dan pengujian <i>Impact</i>	31
Tabel 4.2 Data hasil Perhitungan <i>Impact</i>	33
Tabel 4.3 Data hasil Pengujian Kekerasan Rockwell	37



DAFTAR SIMBOL

A	= Luas penampang	mm ²
b	= Lebar sampel	mm
d	= Ketebalan benda uji	mm
F	= Gaya atau beban	kgf
g	= Gaya gravitasi bumi	m/s ²
h	= Tebal sampel	cm
L	= Jarak lengan pengayun	m
m	= Berat pendulum	kg
P	= Tekanan	kPa
V	= volume	cm ³
W	= Energi yang diserap	joule
cos α	= Sudut awal pendulum	($^{\circ}$)
cos β	= Sudut akhir pendulum	($^{\circ}$)
EI	= Energi Impact	joule/mm ²
Ep	= Energi potensial	joule
σ_f	= Tegangan lengkung	kgf/mm ²