



**KETAHANAN MATERIAL INSULASI KABEL  
PRODUKSI DALAM NEGERI TERHADAP RADIASI  
GAMMA UNTUK *CNC ROUTER*  
*DISMANTLING MACHINE***



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

OLEH  
**Antonio Gogo**

**55820120008**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2022**



**KETAHANAN MATERIAL INSULASI KABEL  
PRODUKSI DALAM NEGERI TERHADAP RADIASI  
GAMMA UNTUK *CNC ROUTER*  
*DISMANTLING MACHINE***

**TESIS**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan  
Program Studi Magister Teknik Mesin**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**OLEH**

**Antonio Gogo**

**55820120008**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2022**

## PENGESAHAN TESIS

Judul : Ketahanan Material Insulasi Kabel Produksi  
Dalam Negeri Terhadap Radiasi Gamma untuk  
*CNC Router Dismantling Machine*

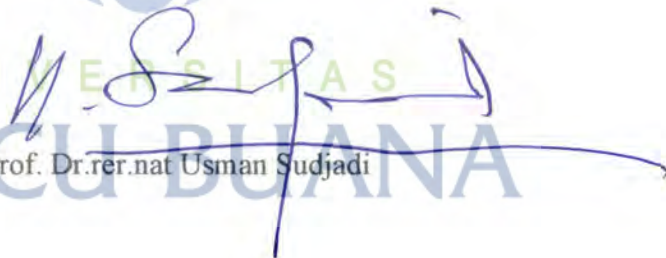
Nama : Antonio Gogo

NIM : 55820120008

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 28 Desember 2022


Mengesahkan  
Pembimbing

  
UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
Prof. Dr.rer.nat Usman Sudjadi

Dekan Fakultas Teknik

  
Dr. Ir. Mawardi Amin, MT

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Mesin

  
Dafit Feriyanto, M.Eng. Ph.D.

## PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

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

Nama : Antonio Gogo  
NIM : 55820120008  
Program Studi : Magister Teknik Mesin

dengan judul:

“KARAKTERISASI STRUKTUR DAN GUGUS FUNGSI MATERIAL INSULASI KABEL LISTRIK TEGANGAN RENDAH DARI PRODUK LOKAL PASCA IRADIASI GAMMA”, telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 8 November 2022, didapatkan nilai persentase sebesar 23 %.

Jakarta, 8 November 2022

Administrator Turnitin



Miyono, S.Kom.



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Ketahanan Material Insulasi Kabel Produksi Dalam Negeri Terhadap Radiasi Gamma untuk *CNC Router Dismantling Machine*

Nama : Antonio Gogo

NIM : 55820120008

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 27 Desember 2022

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 27 Desember 2022



Antonio Gogo

## DEDIKASI

*to my family*

*“...we must remember that intelligence is not enough. Intelligence plus character  
that is the goal of true education.*

*(Martin Luther King Jr.)*



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## PENGHARGAAN

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan pertolonganNYA sehingga pada akhirnya penyusun dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Ketahanan Terhadap Radiasi Gamma Material Insulasi Kabel Produksi Dalam Negeri untuk *CNC Router Dismantling Machine*” (Studi material insulasi kabel dari PT. Jembo Cable Company Tbk. yang dilakukan di fasilitas Badan Riset dan Inovasi Nasional, BRIN)”.

Penulis menyadari bahwa dalam pengungkapan, penyajian dan pemilihan kalimat serta pembahasan dalam tesis ini tidak terlepas dari berbagai kekurangan, untuk itu saran, kritik dan arahan dari semua pihak dengan kerendahan hati penulis harapkan agar tesis ini menjadi lebih sempurna.

Pada kesempatan ini penyusun hendak menyampaikan rasa penghargaan dan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng, Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT, Dekan Fakultas Teknik
3. Dafit Feriyanto, M.Eng. Ph.D., Kepala Program Studi Magister Teknik Mesin
4. Andi Firdaus Sudarma, ST., M.Sc., Sekretaris Program Studi Magister Teknik Mesin
5. Prof. Dr.rer.nat. Usman Sudjadi, Pembimbing
6. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar di Program Studi Pascasarjana Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta yang telah banyak membantu penulis menjalankan perkuliahan
7. PT. Jembo Cable Company Tbk.
8. Rekan Kerja di ORTN-BRIN, yang telah membantu penulis dan selalu memberikan semangat
9. Isteri dan anak-anaku
10. Seluruh teman angkatan Magister Teknik Mesin, MTM R2 angkatan 2021

Akhirnya penulis hanya dapat mendoakan semoga Tuhan YME memberikan balasan kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga tesis ini dapat memberikan manfaat kepada pihak yang membutuhkannya.

Tangerang Selatan, 27 Desember 2022

Penulis,



Antonio Gogo



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN	v
DEDIKASI	vi
PENGHARGAAN	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR, TABEL DAN SINGKATAN	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah .....	5
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	6
1.5. <i>Novelty</i> .....	6
1.6. Sistematika Penulisan .....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1. <i>Hot cell</i> Instalasi Radiometalurgi.....	9
2.2. Besaran aktivitas satu bundel <i>MTR-fuel</i> setelah didinginkan selama 101 hari .....	10
2.3. Besaran laju dosis sesuai aktivitas satu bundel <i>MTR-fuel</i> .....	11
2.4. Studi Literatur .....	13
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	17
3.1. Diagram Alir .....	17
3.2. Alat dan Bahan .....	17
3.3. Tahap Pengujian dan Pengambilan Data.....	18
3.4. Tahap Analisis .....	21



3.5. <i>Gantt Chart</i> .....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
4.1. Perubahan Warna Sampel .....	24
4.2. Uji Sifat mekanik .....	24
4.2.1. Uji Tarik .....	25
4.3. Data Uji Konduktivitas .....	27
4.4. Thermal .....	28
4.4.1. <i>Thermogravimetry Analysis (TGA)</i> .....	29
4.4.2. Penentuan kristalinitas polimer dengan <i>Differential Scanning Calorimetry (DSC)</i> .....	29
4.5. Data Uji Difraksi Sinar-X .....	31
4.5.1. Derajat Kristalinitas DSC dan XRD .....	34
4.6. Data Uji Spektrofotometer <i>Fourier Transform-Infra Red (FT-IR)</i> .....	34
4.7. Morfologi Permukaan .....	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	39
DAFTAR PUSTAKA .....	41
LAMPIRAN .....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Bundel <i>MTR-fuel</i> .....	2
Gambar 1.2.	Bundel <i>PHWR-fuel</i> .....	2
Gambar 1.3.	<i>Hot cell</i> 102 .....	2
Gambar 2.1.	Denah <i>hot cell</i> Instalasi Radiometalurgi (IRM) .....	9
Gambar 2.2.	Grafik laju dosis gamma & waktu pendinginan ( <i>decay</i> )..	12
Gambar 3.1.	Diagram alir tahapan penelitian .....	18
Gambar 3.2.	Material uji dan preparasi sampel uji tarik ( <i>milling bit, CNC Router</i> ) .....	19
Gambar 3.3.	Gamma Cell (ORTN-BRIN)	20
Gambar 3.4.	<i>Tensile test machine</i> Shimadzu SCG-5kNA (ORTN-BRIN) .....	20
Gambar 3.5.	PANalytical Empyrean XRD, detector PIXcel 1D (ORTN-BRIN) .....	20
Gambar 3.6.	SEM JEOL JSM-6510LA dan LCR Hi-tester HIOKI 3532-50	20
Gambar 3.7.	<i>Fourier Transform InfraRed</i> , FTIR (ORTN-BRIN) .....	21
Gambar 3.8.	<i>Simultaneous thermal analysis</i> (TG-DTA / TG-DSC) (ORTN-BRIN) .....	21
Gambar 4.1.	Gambar fotografi polimer PVC sebelum dan sesudah iradiasi .....	24
Gambar 4.2.	Grafik uji tarik, stress vs dosis radiasi gamma .....	26
Gambar 4.3.	Grafik prosentase elongasi vs dosis radiasi gamma .....	26
Gambar 4.4.	Termogram TGA sampel 25 kGy .....	30
Gambar 4.5.	Termogram DSC sampel 25 kGy .....	31
Gambar 4.6.	Komparasi pola difraksi sampel uji .....	32
Gambar 4.7.	Grafik FTIR gabungan, <i>wavenumber vs transmittance</i> , sampel non-iradiasi, iradiasi gamma 200 dan 800 kGy ...	35
Gambar 4.8.	Grafik FTIR sampel non-iradiasi .....	36

Gambar 4.9.	Grafik FTIR sampel iradiasi 800 kGy .....	37
Gambar 4.10.	Morfologi permukaan sampel uji .....	38



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Metoda Penelitian Polimer berbasis PVC terhadap Radiasi Gamma .....	7
Tabel 2.1.	Perhitungan aktivitas bahan bakar (Origen code).....	14
Tabel 2.2.	Konstanta gamma sampel .....	14
Tabel 4.1.	Hasil uji konduktivitas (LCR) .....	28
Tabel 4.2.	Karakterisasi termal dan prosentase kristalinitas dengan TG-DSC .....	31
Tabel 4.3.	Komposisi hasil uji XRF .....	33
Tabel 4.4.	Hasil kalkulasi prosentase derajat kristalinitas sampel uji (XRD) .....	34
Tabel 4.5.	Identifikasi gugus fungsi (grup) hasil uji FTIR .....	35



## DAFTAR SINGKATAN

BRIN	Badan Riset dan Inovasi Nasional
BS EN 60811-501	<i>Test methods for non-metallic materials-Part 501: (British Standard)</i>
Ci	Currie, satuan aktivitas radioaktif
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>
<sup>60</sup> Co	Cobalt-60
<sup>137</sup> Cs	Cesium-137
DSC	<i>Differential Scanning Calorimetry</i>
DT	<i>Destructive Test</i>
EPDM	<i>Ethylene Propylene Diene Monomer</i>
eV	<i>Electron volt</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>
γ	Radiasi gamma
Gy	Grey
IRM	Instalasi Radiometalurgi
kGy	Kilo Grey
MeV	<i>Mega electron volt</i>
MGy	Mega Grey
<i>MTR-fuel</i>	Bahan bakar <i>Material Testing Reaktor</i>
NDT	<i>Non-Destructive Test</i>
ORTN	Organisasi Riset Tenaga Nuklir
<i>PHWR-fuel</i>	Bahan bakar <i>Pressurized Heavy-Water Reactor</i>
PVC	Polyvinyl Chlorida
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>
TGA	<i>Thermogravimetry Analysis</i>
UV	<i>Ultra violet</i>
XRD	<i>X-ray Diffraction</i>
XRF	<i>X-ray Fluorescence</i>