



**UNIVERSITAS PERTAHANAN RI**

**MODIFIKASI PERMUKAAN ALUMINIUM 6061 DENGAN METODE  
*PLASMA ELECTROLYTIC OXIDATION* MENGGUNAKAN  
*ETHYLENEDIAMINETETRAACETIC ACID* UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN *ELECTROMAGNETIC  
ABSORBER***

**JESSICA VALENTINE LANTANG 320210304013**

**Skripsi Yang Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam  
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER  
PROGRAM STUDI FISIKA  
BOGOR 2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Jessica Valenthine Lantang  
NIM : 320210304013  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer  
Judul : Modifikasi Permukaan Aluminium 6061 Dengan Metode  
*Plasma Electrolytic Oxidation* Menggunakan  
*Ethylenediaminetetraacetic Acid* Untuk Meningkatkan  
Kemampuan *Electromagnetic Absorber*

Dosen Pembimbing I,



Nur Asriyani, S.Si., M. Si.  
NUPTK. 1144775676230153  
Tanggal: 7 Agustus 2025

Dosen Pembimbing II,



Muhammad Prisla Kamil, S.Pd., Ph.D.  
NIP. 199109072022021001  
Tanggal: 7 Agustus 2025

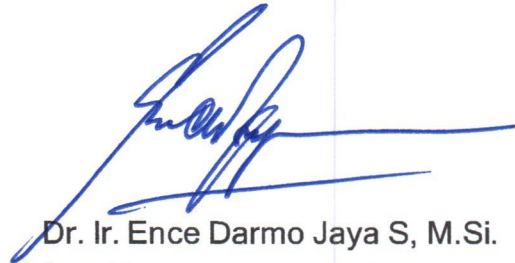
Mengetahui,

Kepala Program Studi Fisika



M. Zuhnir Piliang, S.Si., M.Eng.  
Kolonel Tek. NRP. 522657  
Tanggal: 8 Agustus 2025



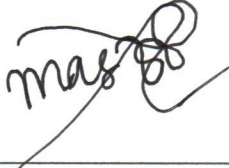

Dekan Fakultas Matematika dan  
Ilmu Pengetahuan Alam Militer



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya S, M.Si.  
Pembina Utama Muda IV/c  
Tanggal :

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Jessica Valenthine Lantang  
NIM : 320210304013  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer  
Judul : Modifikasi Permukaan Aluminium 6061 Dengan Metode  
*Plasma Electrolytic Oxidation* Menggunakan  
*Ethylenediaminetetraacetic Acid* Untuk Meningkatkan  
Kemampuan *Electromagnetic Absorber*

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I:  Nur Asriyani, S.Si., M. Si. NUPTK. 1144775676230153		7/8/2025
2	Dosen Pembimbing II:  Muhammad Prisma Kamil, S.Pd., Ph.D. NIP. 199109072022021001		7/8/2025
3	Dosen Penguji I:  Imastuti, S.Pd., M. Han. NUPTK. 2033772673230323		5/8/2025
4	Dosen Penguji II:  Syara Ilafirda, S.Si., M.Si. NIP. 199201292024212012		5/8/2025

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang undang yang berlaku.

Bogor, 7 Agustus 2025



Jessica Valenthine Lantang

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia,  
saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jessica Valenthine Lantang  
NIM : 320210304013  
Program Studi : Sarjana Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Modifikasi Permukaan Aluminium 6061 Dengan Metode *Plasma Electrolytic Oxidation* Menggunakan *Ethylenediaminetetraacetic Acid* Untuk Meningkatkan Kemampuan *Electromagnetic Absorber***

*Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.*

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bogor

Pada tanggal : 11 Agustus 2021

Yang menyatakan



Jessica Valenthine Lantang

NIM. 320210304013

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, karunia, dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Modifikasi Permukaan Aluminium 6061 dengan Metode *Plasma Electrolytic Oxidation* Menggunakan *Ethylenediaminetetraacetic Acid* untuk Meningkatkan Kemampuan *Electromagnetic Absorber*”

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan Republik Indonesia. Penelitian ini merupakan upaya penulis dalam menjawab tantangan pengembangan material teknologi pertahanan berbasis stealth melalui pendekatan ilmiah dan eksperimental.

Penulis menyadari bahwa tersusunnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Presiden Republik Indonesia, Jendral TNI (Purn) Prabowo Subianto, selaku Penggagas terbentuknya S-1 Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
2. Letnan Jenderal TNI (Purn.) Dr. Anton Nugroho, M.M.D.S., M.A., selaku Rektor Universitas Pertahanan Republik Indonesia
3. Dr. Ence Darmo Jaya Supena selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer.
4. Kolonel Tek M. Zuhnir Piliang, S.Si., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Fisika Militer yang telah memberikan dukungan akademik dan fasilitas penelitian.
5. Nur Asriyani, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi selama

penyusunan skripsi ini.

6. Muhammad Prisma Kamil, S.Pd., Ph.D. selaku dosen pembimbing II atas segala ilmu, pengarahan, dan evaluasi yang sangat berarti selama proses penelitian.
7. Orang tua dan Keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan moral dalam setiap langkah dalam penulis mewujudkan cita-cita.
8. Rekan-rekan Nara Dyaviksatra yang selalu memberikan semangat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun. Semoga karya ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi pertahanan.

Bogor, 7 Agustus 2025

Jessica Valenthine Lantang

## ABSTRAK

### MODIFIKASI PERMUKAAN ALUMINIUM 6061 DENGAN METODE *PLASMA ELECTROLYTIC OXIDATION* MENGGUNAKAN *ETHYLENEDIAMINETETRAACETIC ACID* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN *ELECTROMAGNETIC ABSORBER*

Aluminium 6061 merupakan material ringan dengan ketahanan korosi yang baik, namun memiliki keterbatasan dalam menyerap gelombang elektromagnetik, yang memiliki peranan penting dalam aplikasi teknologi siluman militer. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan penyerapan elektromagnetik Aluminium 6061 melalui modifikasi permukaan menggunakan metode *Plasma Electrolytic Oxidation* (PEO) dengan penambahan *Ethylenediaminetetraacetic Acid* (EDTA) sebagai aditif kompleksasi. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan variasi konsentrasi EDTA (0, 1, 3, dan 5 g/L). Sampel dikarakterisasi menggunakan *FESEM-EDS* untuk morfologi dan distribusi unsur, *3D Optical Microscope* untuk kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan, *X-Ray Diffraction* untuk mengetahui jenis senyawa yang terdapat dalam sampel, uji korosi dengan metode polarisasi potensiodinamik, serta pengujian kemampuan penyerapan gelombang elektromagnetik menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA). Hasil menunjukkan bahwa penambahan EDTA memperbaiki struktur morfologi dan meningkatkan ketebalan lapisan oksida. Semakin bertambahnya dosis EDTA yang ditambahkan, maka semakin baik penye Selain itu, ketahanan terhadap korosi juga meningkat dibandingkan dengan sampel tanpa penambahan EDTA. Dengan demikian, penambahan EDTA dalam proses PEO terbukti dapat meningkatkan penyerapan gelombang elektromagnetik pada Aluminium 6061. Temuan ini membuka peluang pengembangan material *stealth* berbasis aluminium untuk aplikasi teknologi pertahanan.

**Kata kunci:** aluminium 6061, PEO, EDTA, penyerapan gelombang elektromagnetik, *reflection loss*

## **ABSTRACT**

### **SURFACE MODIFICATION OF ALUMINUM 6061 USING PLASMA ELECTROLYTIC OXIDATION METHOD WITH ETHYLENEDIAMINETETRAACETIC ACID TO ENHANCE ELECTROMAGNETIC ABSORBER PERFORMANCE**

*Aluminum 6061 is a lightweight material with good corrosion resistance, but it has limitations in absorbing electromagnetic waves, which play an important role in military stealth technology applications. This study aims to enhance the electromagnetic absorption capability of Aluminum 6061 through surface modification using the Plasma Electrolytic Oxidation (PEO) method with the addition of Ethylenediaminetetraacetic Acid (EDTA) as a complexing agent. The research was conducted experimentally with varying concentrations of EDTA (0, 1, 3, and 5 g/L). Samples were characterized using FESEM-EDS for morphology and element distribution, a 3D Optical Microscope for surface roughness and layer thickness, X-Ray Diffraction to identify the compounds present in the samples, corrosion testing using the potentiodynamic polarization method, and electromagnetic wave absorption testing using a Vector Network Analyzer (VNA). The results showed that the addition of EDTA improved the morphological structure and increased the thickness of the oxide layer. As the dose of EDTA added increased, the improvement in morphology became more pronounced. Additionally, corrosion resistance also increased compared to samples without EDTA addition. Thus, the addition of EDTA in the PEO process was proven to enhance electromagnetic wave absorption in Aluminum 6061. This discovery opens up opportunities for the development of aluminum-based stealth materials for defense technology applications.*

**Keywords:** *aluminum 6061, PEO, EDTA, wave absorption, reflection loss*

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	5
1.4.2 Manfaat Praktis .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Landasan Teori.....	7
2.1.1 Aluminium 6061 .....	7
2.1.2 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Alumina) Sebagai <i>Radar Absorbing Material</i> .....	9

2.1.3 <i>Radar Absorbing Coating</i> .....	11
2.1.4 <i>Plasma Electrolytic Oxidation</i> .....	15
2.1.5 <i>Ethylenediaminetetraacetic Acid</i> .....	17
2.2. Hasil Penelitian Terdahulu .....	20
2.3. Kerangka Berpikir .....	25
2.4. Hipotesis.....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
3.1 Metode dan Desain Penelitian .....	26
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	26
3.3 Alat dan Bahan .....	28
3.3.1 Alat .....	28
3.3.2 Bahan .....	28
3.4 Variabel Penelitian .....	28
3.5 Prosedur Penelitian .....	29
3.6 Metode Karakterisasi dan Analisis .....	32
3.6.1 Proses <i>Plasma Electrolytic Oxidation</i> .....	32
3.6.2 <i>Surface Roughness</i> .....	34
3.6.3 Pengukuran Ketahanan Korosi .....	35
3.6.4 Pengukuran Penyerapan Gelombang Elektromagnetik .....	36
3.6.5 <i>Field Emission Scanning Elektron Microscope</i> (FESEM).....	38
3.6.6 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	42
4.1.1 Hasil Proses <i>Plasma Electrolytic Oxidation</i> (PEO).....	42
4.1.2 Hasil Karakterisasi <i>Surface Roughness</i> dan Ketebalan Lapisan .....	45

4.1.3 Hasil Pengukuran Ketahanan Korosi .....	50
4.1.4 Hasil Penyerapan Gelombang Elektromagnetik .....	52
4.1.5 Hasil Karakterisasi FESEM .....	54
4.1.6 Hasil XRD .....	58
4.2 Pembahasan .....	60
4.2.1 Dinamika Proses <i>Plasma Electrolytic Oxidation</i> (PEO) pada Aluminium 6061 .....	60
4.2.2 Karakterisasi Surface Roughness dan Ketebalan Lapisan .....	61
4.2.3 Evaluasi Ketahanan Korosi Melalui Uji Polarisasi Potensiodinamik.	63
4.2.4 Uji Penyerapan Gelombang Elektromagnetik .....	64
4.2.5 Morfologi Permukaan dan Distribusi Elemen ( <i>FESEM-EDS Mapping</i> ) .....	65
4.2.6 Karakterisasi Struktur Kristal ( <i>X-Ray Diffraction</i> ) .....	67
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>70</b>
5.1 Kesimpulan .....	70
5.2 Saran .....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>72</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>78</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Karakteristik Aluminium 6061 .....	9
Gambar 2.2 Mekanisme Redaman Elektromagnetik .....	15
Gambar 2.3 Mekanisme PEO .....	17
Gambar 2.4 Ethylenediaminetetraacetic Acid.....	17
Gambar 2.5 Porositas Permukaan EDTA pada Aluminium .....	18
Gambar 2.6 Kerangka Berpikir.....	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar 3.2 Proses Persiapan Sampel.....	29
Gambar 3.3 Proses Pembuatan Larutan Elektrolit .....	30
Gambar 3.4 Proses PEO .....	32
Gambar 4.1 Proses Pembentukan Plasma .....	42
Gambar 4.2 Hasil Karakterisasi <i>Surface Roughness</i> .....	46
Gambar 4.3 Hasil Parameter Kekasaran .....	46
Gambar 4.4 Hasil Pengukuran Ketebalan Lapisan .....	48
Gambar 4.5 Hasil pengukuran ketahanan korosi .....	50
Gambar 4.6 Hasil Penyerapan Gelombang Elektromagnetik .....	53
Gambar 4.7 Hasil Karakterisasi FESEM .....	56
Gambar 4.8 Hasil Karakterisasi XRD .....	59
Gambar 4.9 Struktur Kristal Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	59

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Aluminium 6061 .....	8
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu .....	20
Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	27
Tabel 4.1 Hasil Pembentukan Plasma.....	43
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Ketahanan Korosi .....	51
Tabel 4.3 Hasil Penyerapan Gelombang Elektromagnetik .....	53
Tabel 4.4 Hasil Komposisi Karakterisasi FESEM .....	56