



**ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK DAN WAKTU
ELECTROPLATING TERHADAP KETEBALAN LAPISAN
KADMIUM PADA SPESIMEN PADUAN Fe-Cr-Ni-Cu TIPE
PRECIPITATION HARDENING STAINLESS STEEL (15-5PH)
PADA KOMPONEN *MAIN WHEEL LANDING GEAR*
B737-800**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**



BRAVO GIHON SIRUMAPEA
UNIVERSITAS
41320120053
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK DAN WAKTU
ELECTROPLATING TERHADAP KETEBALAN LAPISAN
KADMIUM PADA SPESIMEN PADUAN Fe-Cr-Ni-Cu TIPE
PRECIPITATION HARDENING STAINLESS STEEL (15-5PH)
PADA KOMPONEN *MAIN WHEEL LANDING GEAR*
B737-800**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
BRAVO GIHON SIRUMAPEA
41320120053
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bravo Gihon Sirumapea
NIM : 41320120053
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
“ ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK DAN WAKTU ELECTROPLATING TERHADAP KETEBALAN LAPISAN KADMIUM PADA SPESIMEN PADUAN Fe-Cr-Ni-Cu TIPE PRECIPITATION HARDENING STAINLESS STEEL (15-5PH) PADA KOMPONEN MAIN WHEEL LANDING GEAR B737-800” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 20 Februari 2026



Bravo Gihon Sirumapea

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : Bravo gihon sirumapea
NIM : 41320120053
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK DAN WAKTU ELECTROPLATING TERHADAP KETEBALAN LAPISAN KADMIUM PADA SPESIMEN PADUAN Fe-Cr-Ni-Cu TIPE PRECIPITATION HARDENING STAINLESS STEEL (15-5PH) PADA KOMPONEN MAIN WHEEL LANDING GEAR

B737-800

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 9 Maret 2026** dengan hasil presentase sebesar **13 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 9 Maret 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bravo Gihon Sirumapea
NIM : 41320120053
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Arus Listrik Dan Waktu Electroplating Terhadap Ketebalan Lapisan Kadmium Pada Spesimen Paduan Fe-Cr-Ni-Cu Tipe Precipitation Hardening Stainless Steel (15-5ph) Pada Komponen Main Wheel Landing Gear B737-800

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 23 Februari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D

NIDN: 0313037707

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 23 Februari 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T
NIDN:0307037202

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Dr. Eng., Imam Hidayat S.T., M.T.
NIDN:0005087502

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji serta syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmat-Nya Penulis diberikan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Pengaruh Arus Listrik dan Waktu *Electroplating* Terhadap Ketebalan Lapisan Kadmium Pada Spesimen Paduan Fe-Cr-Ni-Cu Tipe *Precipitation Hardening Stainless Steel* (15-5ph) Pada Komponen *Main Wheel Landing Gear B737-800.*”**

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof.Dr.Ir. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Dr. Eng., Imam Hidayat S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Andarany Kartika Sari, ST., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta.
5. Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing yang selalu memberikan waktunya dalam memberikan saran dan motivasi dalam proses penulisan skripsi.
6. Ayah saya Marius Sirumapea S.E., M.Si., Ak., CA, CSFA, ACPA dan Ibu saya Ernita Doorliana Hutagalung serta adik saya Giorgina Viviana Sirumapea dan kakak saya Maria Proklam Oni S.S yang selalu mendukung saya, memberikan doa dan bantuan baik berupa moril maupun materil.

7. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu buana yang telah memberikan ilmu dan pelayanan terbaik selama saya menempuh Pendidikan.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknis Mesin Angkatan 2021 yang senantiasa memberikan semangat, kebersamaan, dan kerja sama yang baik.
9. Semua pihak yang saya tidak dapat sebutkan dalam penulisan ilmiah ini, yang namanya tidak saya sebutkan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis semoga karya ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis sendiri, dunia akademis, maupun pihak-pihak yang berkepentingan dalam bidang teknik material dan penerbangan.



Jakarta, 23 Februari 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Gihon Sirumapea'.

Bravo Gihon Sirumapea

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bravo Gihon Sirumapea
NIM : 41320120053
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK DAN WAKTU ELECTROPLATING TERHADAP KETEBALAN LAPISAN KADMIUM PADA SPESIMEN PADUAN Fe-Cr-Ni-Cu TIPE PRECIPITATION HARDENING STAINLESS STEEL (15-5PH) PADA KOMPONEN MAIN WHEEL LANDING GEAR B737-800

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, 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.

MERCU BUANA

Jakarta, 23 Februari 2026

Yang menyatakan,



(Bravo Gihon Sirumapea)

**ANALISIS PENGARUH ARUS LISTRIK DAN WAKTU
ELECTROPLATING TERHADAP KETEBALAN LAPISAN KADMIUM
PADA SPESIMEN PADUAN Fe-Cr-Ni-Cu TIPE *PRECIPITATION
HARDENING STAINLESS STEEL (15-5PH)* PADA KOMPONEN *MAIN
WHEEL LANDING GEAR B737-800*
BRAVO GIHON SIRUMAPEA**

ABSTRAK

Proses *electroplating* kadmium banyak digunakan pada komponen teknik, khususnya di industri penerbangan, untuk meningkatkan ketahanan korosi dan memperpanjang umur pakai material. Paduan *precipitation hardening stainless steel* tipe 15-5 PH merupakan material struktural yang memerlukan perlindungan permukaan tambahan agar tetap memiliki keandalan selama operasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh arus listrik dan waktu *electroplating* terhadap ketebalan lapisan kadmium, memverifikasi hasil eksperimen dengan perhitungan teoritis berbasis hukum Faraday, serta menyusun model regresi empiris yang menggambarkan hubungan parameter proses dengan ketebalan lapisan. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan variasi arus listrik sebesar 5 A, 10 A, dan 15 A dengan waktu pelapisan 30, 60, dan 90 menit. Ketebalan lapisan diukur pada tiga titik pengukuran menggunakan alat ukur ketebalan lapisan, kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh nilai representatif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketebalan lapisan meningkat dari sekitar 42 μm pada kondisi 5 A–30 menit hingga sekitar 366 μm pada kondisi 15 A–90 menit. Perhitungan teoritis menggunakan hukum Faraday menghasilkan ketebalan yang lebih besar dibandingkan hasil eksperimen karena tidak mempertimbangkan efisiensi deposisi dan kondisi operasional. Sebaliknya, pemodelan regresi berbasis muatan listrik total menghasilkan persamaan empiris yang mampu menggambarkan hubungan linear antara muatan listrik dan ketebalan lapisan dengan kecenderungan yang mendekati data eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan lapisan kadmium pada proses *electroplating* dikendalikan oleh jumlah muatan listrik total yang mengalir, sedangkan nilai aktual dipengaruhi oleh efisiensi proses, distribusi arus, dan kondisi larutan. Temuan ini memberikan dasar ilmiah untuk pengendalian parameter *electroplating* guna memperoleh lapisan pelindung yang sesuai dengan kebutuhan komponen teknik, khususnya pada aplikasi sistem landing gear pesawat.

Kata kunci: *electroplating*, kadmium, arus listrik, waktu pelapisan, ketebalan lapisan, *stainless steel* 15-5 PH

Analysis of the Influence of Electric Current and Electroplating Time on the Thickness of Cadmium Plating on Fe-Cr-Ni-Cu Alloy Specimens (Precipitation Hardening Stainless Steel Type 15-5PH) in B737-800 Main Wheel Landing Gear Components

BRAVO GIHON SIRUMAPEA

ABSTRACT

Cadmium electroplating is widely applied in engineering components, particularly in the aerospace industry, to improve corrosion resistance and extend material service life. Precipitation hardening stainless steel type 15-5 PH is a structural material that requires additional surface protection to maintain reliability during operation. This study aims to analyze the effect of electric current and plating time on cadmium coating thickness, verify experimental results using Faraday-based theoretical calculations, and develop an empirical regression model describing the relationship between process parameters and coating thickness. The study was conducted experimentally using electric currents of 5 A, 10 A, and 15 A with plating durations of 30, 60, and 90 minutes. Coating thickness was measured at three different points using a coating thickness measuring instrument and averaged to obtain representative values. The results show that coating thickness increased from approximately 42 μm at 5 A–30 minutes to about 366 μm at 15 A–90 minutes. Theoretical calculations based on Faraday's law yielded higher thickness values than the experimental results because they do not account for deposition efficiency and operational conditions. In contrast, the regression model based on total electric charge produced an empirical linear relationship that better represents the experimental trend. The findings indicate that cadmium coating thickness in electroplating is primarily governed by the total electric charge passing through the system, while the actual thickness strongly depends on process efficiency, current distribution, and electrolyte conditions. These results provide a scientific basis for controlling electroplating parameters to obtain protective coatings suitable for engineering applications, particularly in aircraft landing gear systems.

Keywords: *electroplating, cadmium, electric current, plating time, coating thickness, 15-5 PH stainless steel*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB.....	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Korosi Pada Material Logam	6
2.2.1. Jenis Korosi pada Material Logam	7
2.2.2. Faktor yang Mempengaruhi Korosi pada Logam	10
2.2.3. Metode Pencegahan Korosi pada Logam	11
2.3. Kadmium (Cd) Sebagai Lapisan Pelindung	13
2.3.1. Sifat Fisik dan Mekanik Kadmium	13
2.3.2. Mekanisme Perlindungan Kadmium.....	14
2.3.3 Standar Industri Penggunaan Kadmium (Cd)	16
2.3.4 Keterbatasan Kadmium (Cd)	17
2.3.5 Relevansi dengan Penelitian	18
2.4. Paduan Fe-Cr-Ni-Cu Tipe <i>Precipitation Hardening Stainless Steel</i> (15-5 Ph)....	19
2.4.1. Komposisi Kimia Material	20
2.4.2. Sifat Mekanik	22
2.4.3. Perlakuan Panas	23
2.4.4. Aplikasi dalam Industri Penerbangan.....	24
2.4.5. Relevansi dengan Penelitian	25

2.5.	Teori Electroplating.....	26
2.5.1.	Prinsip Elektrokimia dalam Electroplating.....	26
2.5.2.	Hukum Faraday dalam Proses Electroplating.....	29
2.5.3.	Faktor yang mempengaruhi ketebalan lapisan.....	30
2.5.4.	Hubungan parameter proses dengan ketebalan lapisan	32
2.6.	<i>Landing Gear</i> Boeing 737-800	33
2.6.1.	Struktur dan Komponen Utama	33
2.6.2.	Beban Operasional.....	34
2.6.3.	Material <i>Landing Gear</i>	36
2.6.4.	Standar dan Perawatan.....	37
2.6.5.	Kondisi Operasi dan Potensi Kerusakan.....	38
2.6.6.	Relevansi dengan Penelitian	39
2.7.	Kerangka Pemikiran.....	40
BAB III METODE PENELITIAN		43
3.1.	Jenis Dan Lokasi Penelitian	43
3.2.	Alat Dan Bahan	43
3.2.1	Bahan Penelitian	43
3.2.2	Alat Penelitian.....	45
3.3.	Variabel Penelitian	46
3.3.1	Variabel Bebas	46
3.3.2	Variabel Terikat.....	46
3.3.3	Variabel Kontrol.....	47
3.4.	Rancangan Penelitian	47
3.4.1.	Desain Faktorial.....	47
3.4.2.	Randomisasi dan Blinding.....	48
3.4.3.	Perhitungan Awal (Hukum Faraday).....	48
3.4.4.	Kriteria Keberhasilan.....	49
3.5.	Prosedur Penelitian.....	49
3.5.1	Persiapan Spesimen	49
3.5.2	Persiapan Larutan dan Peralatan	49
3.5.3	Proses Electroplating	50
3.5.4	Pengukuran Ketebalan Lapisan.....	50
3.5.5	Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	50
3.6.	Teknik Pengumpulan Data	51
3.6.1	Instrumen dan Kalibrasi	51
3.6.2	Replikasi dan Ulangan	51
3.6.3	Pencatatan Parameter Proses.....	51
3.6.4	Dokumentasi Data.....	52
3.6.5	Validasi Data.....	52
3.7.	Metode Analisis Data	52
3.7.1	Analisis Statistik Deskriptif	52
3.7.2	Uji Asumsi Statistik	52
3.7.3	Analisis ANOVA Dua Arah	53
3.7.4	Uji Lanjut (<i>Post-hoc Test</i>)	53
3.7.5	Pemodelan Regresi.....	53
3.7.6	Kriteria Keputusan	54
3.8.	Diagram Alir Peneltitian	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		56
4.1.	Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan Kadmium (Cd)	56

4.2.	Verifikasi Perhitungan Teoritis Ketebalan Lapisan	57
4.3.	Analisis Pengaruh Arus Listrik	60
4.4.	Analisis Pengaruh Waktu Pelapisan.....	61
4.5.	Analisis Interaksi Parameter.....	63
4.6.	Pemodelan Regresi Ketebalan Lapisan Kadmium (Cd).....	64
4.7.	Implikasi Hasil Penelitian	66
BAB V PENUTUP	68
5.1.	Kesimpulan.....	68
5.2.	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	70



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Paduan Fe-Cr-Ni-Cu Tipe <i>Precipitatio Hardening Stainless Steel</i> (15-5 Ph).....	21
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu yang Relevan	42
Tabel 3. 1 Bahan Penelitian	44
Tabel 3. 2 Alat Penelitian.....	45
Tabel 3. 3 Kombinasi Perlakuan	48
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengukuran	56
Tabel 4. 2 Perbandingan Ketebalan Teoritis dan Eksperimen	59



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Uniform Corrosion</i>	7
Gambar 2. 2 Korosi Galvanik	8
Gambar 2. 3 Korosi Lokal.....	8
Gambar 2. 4 Korosi Celah.....	9
Gambar 2. 5 <i>Stress Corrosion Cracking</i>	9
Gambar 2. 6 Skema Sistem <i>Electroplating</i>	27
Gambar 2. 7 Arah Aliran Ion	28
Gambar 2. 8 <i>Landing Gear</i> Boeing 737-800	33
Gambar 3. 1 Contoh Spesimen Pelat Logam	44
Gambar 3. 2 Tangki Kadmium Plating	45
Gambar 3. 3 Mikroskop Optik	46
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian	55
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Ketebalan Lapisan dengan Variasi Arus.....	61
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Ketebalan Lapisan dengan Variasi Waktu.....	63
Gambar 4. 3 Data Regresi Berbasis Muatan Listrik	64