

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK DAN  
WAKTU PADA PROSES PELAPISAN ELEKTROPLATING  
WARNA COPPER (TEMBAGA) PADA BAJA KARBON TERHADAP  
KEKERASAN DAN KETEBALAN**



**Disusun Oleh :**

**MIFTAQUL ROHMAN**

**NBI : 1421600163**

**MUHAMMAD LUTFI MA'ARIF**

**NBI : 1421600143**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2020**

# TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK DAN  
WAKTU PADA PROSES PELAPISAN ELEKTROPLATING  
WARNA COPPER (TEMBAGA) PADA BAJA KARBON TERHADAP  
KEKERASAN DAN KETEBALAN**



**Disusun Oleh :**

**MIFTAQUL ROHMAN**

**NBI : 1421600163**

**MUHAMMAD LUTELMA'ARIE**

**NBI : 1421600143**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2020**

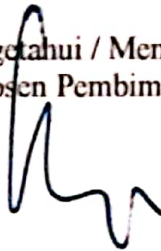
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

---

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : MIFTAQL ROHMAN  
NBI : 1421600163  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH VARIASI TEGANGAN  
LISTRIK DAN WAKTU PADA PROSES  
ELEKTROPLATING WARNA COOPER  
(TEMBAGA) PADA BAJA KARBON TERHADAP  
KEKERASAN DAN KETEBALAN

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing



Ir. Ichlas Wahid, M.T.  
NPP. 20420900207

Dekan  
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajivo, M.Kes.  
NPP. 20420900197



Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Ir. Ichlas Wahid, M.T.  
NPP. 20420900207



## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:

**Analisis pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu pada proses pelapisan elektroplating dengan warna copper (tembaga) pada baja karbon terhadap kekerasan dan ketebalan**

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya

Surabaya, 08 Juli 2020



Miftaqui Rohman



UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN  
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TLP. 031 593 1800 (EX 311)  
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID.

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

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Miftaql Rohman  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

“Analisis Pengaruh Variasi Tegangan Listrik dan Waktu pada Proses Pelapisan Elektroplating dengan Warna Copper (Tembaga) pada Baja Karbon Terhadap Kekerasan dan Ketebalan”

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 08 Juli 2020

Yang Menyatakan



Miftaql Rohman

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK**  
**DAN WAKTU PADA PROSES PELAPISAN**  
**ELEKTROPLATING WARNA COPPER (TEMBAGA)**  
**PADA BAJA KARBON TERHADAP KEKERASAN DAN**  
**KETEBALAN**



Disusun oleh:  
**MIFTAQL ROHMAN**  
1421600163

**MUHAMMAD LUTFI MA`ARIF**  
1421600143

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**  
**2020**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

NAMA : MIFTAQL ROHMAN  
NBI : 1421600163  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK DAN WAKTU PADA PROSES ELEKTROPLATING WARNA COOPER (TEMBAGA) PADA BAJA KARBON TERHADAP KEKERASAN DAN KETEBALAN

Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing

Ir. Ichlas Wahid, M.T.  
NPP. 20420900207

Dekan  
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin

Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.  
NPP. 20420900197

Ir. Ichlas Wahid, M.T.  
NPP. 20420900207

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:

**Analisis pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu pada proses pelapisan elektroplating dengan warna copper (tembaga) pada baja karbon terhadap kekerasan dan ketebalan**

yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 03 Juli 2020

Miftaql rohman  
1421600163





U N I V E R S I T A S  
**17 AGUSTUS 1945**  
S U R A B A Y A

**BADAN PERPUSTAKAAN**  
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TLP. 031 593 1800 (EX 311)  
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID.

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

### KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Miftaql rohman  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

“Analisis Pengaruh Variasi Tegangan Listrik dan Waktu pada Proses Pelapisan Elektroplating dengan Warna Copper (Tembaga) pada Baja Karbon Terhadap Kekerasan dan Ketebalan”

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 08 juli 2020

Yang Menyatakan

Materai

6000

(Miftaql rohman)

## **MOTTO**

**“BERFIKIR, BERDOA, BERUSAHA, BERTINDAK  
APAPUN HASILNYA ALLAH YANG MENENTUKAN”**

~ || ~

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah saya persembahkan karya penelitian saya untuk orang-orang yang saya kasihi dan saya sayangi serta yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini :

1. Kedua orang tua saya Bapak Sukar dan Ibu Ruwati yang selalu memberikan bantuan materi maupun non materi, mendoakan, memberi semangat dan dorongan sampai detik ini.
2. Bapak Ir. Ichlas Wahid, M.T. selaku dosen pembimbing saya yang senantiasa sabar dan ikhlas memberikan bimbingan serta arahan selama penelitian berlangsung.
3. Teman-teman grup TA lutfi , mbah derry, ubet , afandy cungkring dan dhiemas yang senantiasa saling membantu, saling bekerja sama sehingga terselesaikannya penelitian ini.
4. Seluruh warga TEKNIK MESIN UNTAG baik dosen atau teman-teman teknik mesin.
5. Teman-teman nongkrong yang senantiasa menemani mengerjakan revisi sampai pagi.
6. Vebrina ari santi yang membantu merevisi laporan dan meminjamkan laptop untuk menyusun laporan

## ABSTRAK

### **ANALISIS PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK DAN WAKTU PADA PROSES PELAPISAN ELEKTROPLATING WARNA COPPER (TEMBAGA) PADA BAJA KARBON TERHADAP KEKERASAN DAN KETEBALAN**

*Elektroplating adalah salah satu proses pelapisan yang banyak digunakan untuk menangani masalah, dengan cara melapisi suatu benda kerja, metode ini digunakan untuk perlindungan terhadap korosi, meningkatkan nilai estetika, dan metode Elektroplating ini bisa melapisi benda kerja yang bersifat mekanis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu pelapisan sebesar 2,5 V (5 menit, 8 menit, dan 10 menit), 3 V (5 menit, 8 menit, dan 10 menit), dan 3,5 V (5 menit, 8 menit, dan 10 menit) pada baja karbon rendah dengan warna copper terhadap kekerasan dan ketebalan lapisan, menggunakan larutan elektrolit Tembaga ( $\text{CuSO}_4$ ) sebagai media elektrolit yang akan melapisi logam. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pelapisan Elektroplating, Dalam metode penelitian ini objek direndam dalam beakerglass yang sudah berisi larutan elektrolit dengan waktu dan tegangan yang sudah ditentukan dengan bantuan dari Rectifier. Pengujian ketebalan menggunakan teori hukum faraday, pengujian kekerasan mikro Vickers dengan menggunakan alat Akashi MVK-H0 Hardness testing machine untuk mengetahui tingkat kekerasan pelapisan. Hasil penelitian dan pengujian menunjukkan Tegangan listrik 3,5 V dan waktu 10 menit menunjukkan hasil pelapisan dengan tebal yang merata dan warna yang solid. Ketebalan spesimen hasil elektroplating semakin bertambah seiring meningkatnya tegangan listrik dan waktu atau dapat dikatakan berbanding lurus dengan bertambahnya tegangan listrik dan waktu pelapisan yang diberikan. Dimana ketebalan tertinggi dengan tegangan listrik 3,5 V dan waktu 10 menit adalah 23  $\mu\text{m}$  dengan perhitungan. Kekerasan yang dihasilkan tidak berbanding lurus dengan tegangan listrik dan waktu pelapisan, dimana hasil kekerasan yang tertinggi dengan tegangan listrik 3,5 V dan waktu 8 menit adalah 113,2 HV atau lebih rendah 5,7% dibandingkan dengan spesimen tanpa pelapisan.*

**Kata kunci : Elektroplating, Ketebalan, mikro vickers , Baja karbon**

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE EFFECT OF ELECTRIC VOLTAGE VARIATIONS AND TIME IN ELECTROPLATING COATING PROCESSES COLOR COPPER IN CARBON STEEL AGAINST HARDNESS AND THICKNESS

*Electroplating is a coating process that is widely used to deal with the above problems, by coating a workpiece, this method is used for protection against corrosion, increasing aesthetic value, and this electroplating method can coat a workpiece that is mechanical. This study aims to determine the effect of variations in electrical voltage and coating time of 2.5 V (5 minutes, 8 minutes and 10 minutes), 3 V (5 minutes, 8 minutes, and 10 minutes), and 3.5 V (5 minutes, 8 minutes, and 10 minutes) on low carbon steel with copper color against hardness and thickness of the coating, using a copper electrolyte solution (CuSO<sub>4</sub>) as an electrolyte medium that will coat the metal. The method used in this study is electroplating coating. In this research method the object is immersed in a tank that already contains an electrolyte solution with a predetermined time and voltage with the help of a Rectifier. Thickness testing uses faraday's legal theory, Vickers micro hardness testing using Akashi MVK-H0 Hardness testing machine to determine the level of coating hardness. The results of research and testing showed an electrical voltage of 3.5 V and within 10 minutes showed the results of coating with an even thickness and a solid color. The thickness of the electroplating specimens increases with increasing electric voltage and the time given or can be said to be directly proportional to the increase in electrical voltage and theoretical coating time. The highest thickness yield with a voltage of 3.5 V and 10 minutes is 23  $\mu\text{m}$  with calculations. The resulting hardness is not directly proportional to the electric voltage and coating time, where the highest hardness yield with an electrical voltage of 3.5 V and 8 minutes is 113.2 HV or 5,7% lower compared to specimens without coating.*

**Keywords:** *Electroplating, thickness, micro vickers, carbon steel*



## KATA PENGANTAR

Dengan segala puji syukur kepada tuhan yang maha esa, yang telah mengkaruniakan kasih dan anugrahnya, sehingga penulisan Tugas Akhir yang merupakan persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, dapat selesai sesuai dengan waktu yang direncanakan.

Penulis menerima banyak sekali bantuan dari pihak mulai dari materi, ide, data, moril sampai kepada spiritual. Oleh karena itu dalam kesempatan yang baik ini rasanya menyampaikan terimakasih sedalam-dalamnya dan setulus – tulusnya pada yang terhormat:

1. Bapak Ir. Ichlas Wahid, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan petunjuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.
2. Bapak Ir. Ichlas Wahid, MT selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Dr.Ir.H Sajiyo, M.Kes selaku dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
5. Orang tua tercinta yang telah melahirkan, membesarkan, mendidik, dan yang selalu mendoakan dari jauh untuk keberhasilan penulis serta memberi dorongan, semangat, bantuan, baik material maupun spiritual kepada saya.
6. Teman – teman Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah banyak membantu dan mendoakan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Surabaya, 03 juli 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
<b>BAB 1 - PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB 2 - TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Baja Karbon.....	5
2.1.1 Baja karbon rendah.....	5
2.2 Pelapisan (Elektroplating).....	5
2.3 Larutan Elektrolit Pelapisan.....	6
2.4 Larutan Copper (Tembaga).....	7
2.5 Anoda (Elektroda Positif).....	8
2.6 Pengujian kekerasan.....	11
2.6.1 Pengujian Mikro Vickers.....	11
2.7 Pengujian Ketebalan & Berat Pelapisan.....	14

### **BAB 3 - METODE PENELITIAN**

3.1	Diagram Alir .....	18
3.2	Penjelasan diagram alir .....	18
3.3	Persiapan alat pelapisan .....	19
3.4	Pembuatan dan persiapan bahan uji pelapisan .....	20
3.5	Proses pelapisan (Electroplating) .....	20
3.6	Proses uji ketebalan .....	21
3.7	Proses uji kekerasan .....	21

### **BAB 4 - ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Pengukuran Ketebalan & Berat Pelapisan Hasil Proses Elektroplating ....	23
4.2	Pengujian Kekerasan Mikro Vickers .....	29

### **BAB 5 - KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	KESIMPULAN .....	35
5.2	SARAN .....	35

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>39</b>
-----------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian proses pelapisan logam dengan cara listik.....	6
Gambar 2. 2 Jejak yang dihasilkan oleh penekanan indentor pada benda uji .....	12
Gambar 2. 3 Mesin uji kekerasan mikro Vickers .....	13
Gambar 2. 4 Macam-macam jenis jejak indentor.....	14
Gambar 3. 1 diagram alir penelitian.....	17
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Tegangan, waktu, dan tebal pelapisan.....	29
Gambar 4. 2 Contoh DI & D2 pada hasil penekanan indentor.....	30
Gambar 4. 3 Grafik nilai kekerasan HV.....	34

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Spesifikasi Kemurnian Anoda.....	10
Tabel 4. 1 Data pelapisan variasi 2,5 V, 3 V, 3,5 V dengan waktu 5, 8, 10 menit....	24
Tabel 4. 2 Data berat lapisan mengendap dan tebal pelapisan .....	26
Tabel 4. 3 rata-rata tebal pelapisan.....	28
Tabel 4. 4 Hasil pengujian kekerasan mikro vickers.....	31
Tabel 4. 5 rata-rata nilai kekerasan HV.....	33