

**PENGARUH PELAPISAN KARBON PADA *STAINLESS STEEL*
316L DENGAN VARIASI PROSES *HARDENING* (*PACK
CARBURIZING* DAN *QUENCHING*) SERTA TEMPERATUR
TERHADAP KONDUKTIVITAS DAN LAJU KOROSI**

SKRIPSI

Bidang Material

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**Disusun Oleh:
Cristian Florentinus Bala Bura
202131003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA MALANG
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGARUH PELAPISAN KARBON PADA *STAINLESS STEEL* 316L DENGAN VARIASI PROSES *HARDENING (PACK CARBURIZING* DAN *QUENCHING)* SERTA TEMPERATUR TERHADAP KONDUKTIVITAS DAN LAJU KOROSI

Untuk Memenuhi Persyaratan Gelar Sarjana Teknik Disusun Oleh:

Cristian Florentinus Bala Bura
202131003



Telah disetujui pada tanggal 15 Juli 2025

Dosen Pembimbing I,

Bernardus Crisanto Putra Mbulu, S.T., M.T
NIDN. 0721088101

Dosen Pembimbing II,

Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T.
NIDN. 0712057101



Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Sunik, S.T., M.T.
NIDN. 0714067401

Mengetahui:



Ketua Program Studi Teknik Mesin,

Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si
NIDN. 0723059202

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH PELAPISAN KARBON PADA *STAINLESS STEEL* 316L DENGAN VARIASI PROSES *HARDENING (PACK CARBURIZING* DAN *QUENCHING)* SERTA TEMPERATUR TERHADAP KONDUKTIVITAS DAN LAJU KOROSI

Bidang Material

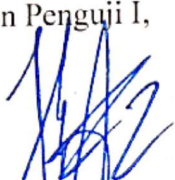
Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Katolik Widya Karya Malang dan dinyatakan **lulus** untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada:
Kamis, 11 Juli 2025

Disusun Oleh:

Cristian Florentinus Bala Bura/202131003

Menyetujui:

Dosen Penguji I,


Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si
NIDN. 0723059202

Dosen Penguji II,


Bernardus Crisanto Putra Mbulu, S.T., M.T
NIDN. 0721088101

Dosen Penguji Saksi


Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T.
NIDN. 0712057101

Mengetahui:


Dekan Fakultas Teknik,
Dr. Sunila, S.T., M.T.
NIDN. 0714067401


Ketua Program Studi Teknik Mesin,
Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si
NIDN. 0723059202

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Cristian Florentinus Bala Bura
Nim : 202131003
Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Pelapisan Karbon Pada *Stainless Steel 316l*
Dengan Variasi Proses *Hardening (Pack Carburizing Dan Quenching)* Serta Temperatur Terhadap Konduktivitas Dan Laju Korosi

Dosen Pembimbing I : Bernardus Crisanto Putra Mbulu, S.T., M.T
Jadwal Bimbingan,

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	02 Maret 2025	Pengajuan Judul	
2	05 Maret 2025	Revisi Bab I: Latar Belakang	
3	09 Maret 2025	Revisi Bab II: Penelitian Terdahulu	
4	15 Maret 2025	Revisi Bab II dan Bab III: Penulisan	
5	22 April 2025	Revisi Bab III: Deskripsi Penelitian	
6	20 Juni 2025	Seminar Proposal	
7	22 Juni 2025	Revisi Bab IV	
8	25 Juni 2025	Perbaikan Seminar Proposal	
9	28 Juni 2025	Revisi Bab IV dan V	
10	10 Juli 2025	Seminar Hasil	
11	11 Juli 2025	Uji Komprehensif	
12	12 Juli 2025	Revisi Komprehensif	
13	13 Juli 2025	Acc Komprehensif	

Malang, ...¹⁵... Juli 2025

Mengetahui:
Ketua Program Studi Teknik Mesin,

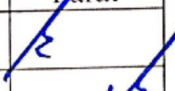
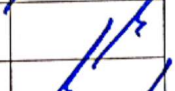
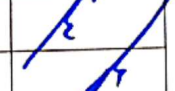
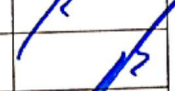
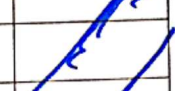
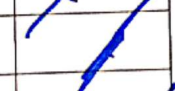
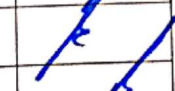
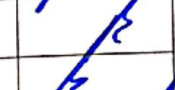
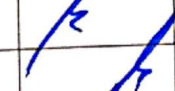
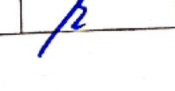


Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si
NIDN. 0723059202

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Cristian Florentinus Bala Bura
 Nim : 202131003
 Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang
 Fakultas : Teknik
 Program Studi : Teknik Mesin
 Judul Skripsi : Pengaruh Pelapisan Karbon Pada *Stainless Steel* 316l Dengan Variasi Proses *Hardening* (*Pack Carburizing* Dan *Quenching*) Serta Temperatur Terhadap Konduktivitas Dan Laju Korosi

Dosen Pembimbing II : Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T.
 Jadwal Bimbingan,

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	02 Maret 2025	Pengajuan Judul	
2	05 Maret 2025	Revisi Bab I: Latar Belakang	
3	09 Maret 2025	Revisi Bab II: Penelitian Terdahulu	
4	15 Maret 2025	Revisi Bab II dan Bab III: Penulisan	
5	22 April 2025	Revisi Bab III: Deskripsi Penelitian	
6	20 Juni 2025	Seminar Proposal	
7	22 Juni 2025	Revisi Bab IV	
8	25 Juni 2025	Perbaikan Seminar Proposal	
9	28 Juni 2025	Revisi Bab IV dan V	
10	10 Juli 2025	Seminar Hasil	
11	11 Juli 2025	Uji Komprehensif	
12	12 Juli 2025	Revisi Komprehensif	
13	13 Juli 2025	Acc Komprehensif	

Malang, 15 Juli 2025

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Mesin,



Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si
 NIDN. 0723059202

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini yang berjudul “Pengaruh Pelapisan Karbon Pada *Stainless Steel* 316l Dengan Variasi Proses *Hardening* (*Pack Carburizing* Dan *Quenching*) Serta Temperatur Terhadap Konduktivitas Dan Laju Korosi” merupakan karya tulis.

NIM : Cristian Florentinus Bala Bura

Fakultas : Teknik

Jurusan : Teknik Mesin

Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang

Dan bukan karya plagiat baik secara sebagian maupun seluruhnya.

Demikian surat keterangan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.



Malang, 11 Juli 2025

Cristian Florentinus Bala Bura

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Cristian Florentinus Bala Bura

NIM : 202131003

Jurusan : Teknik Mesin

Menyatakan memberikan dan menyetujui hak bebas Royalty Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya:

Judul : Pengaruh Pelapisan Karbon Pada *Stainless Steel* 316l Dengan Variasi Proses *Hardening (Pack Carburizing Dan Quenching)* Serta Temperatur Terhadap Konduktivitas Dan Laju Korosi

Kepada perpustakaan Universitas Katolik Widya Karya Malang untuk meyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam data, mendistribusikan, serta menampilkan di internet (Repository UKWK, APTIK Digital Library, RAMA Repository, dan lain-lain) atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan bersedia serta menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Katolik Widya Karya Malang, segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta/plagiarisme dalam karya ilmiah ini.



Malang, 11 Juli 2025

Cristian Florentinus Bala Bura
NIM. 202131003

PENGARUH PELAPISAN KARBON PADA *STAINLESS STEEL* 316L DENGAN VARIASI PROSES *HARDENING* (*PACK CARBURIZING* DAN *QUENCHING*) SERTA TEMPERATUR TERHADAP KONDUKTIVITAS DAN LAJU KOROSI

Cristian Florentinus Bala Bura, B.C. Putra Mbulu, N. Tugur Redationo

Prodi Teknik Mesin, Universitas Katolik Widya Karya,

Jl. Bondowoso No.2 Malang Juli 2025

E-mail: cristianballaamamudha@gmail.com

RINGKASAN

Baja tahan karat atau *stainless steel* merupakan baja paduan dengan sifat ketahanan terhadap korosi (karat). Tetapi, sifat ketahanan korosi dan kehausan yang baik pada *stainless steel* ada juga kebutuhan yang terus meningkatkan performa dan umur pakai *stainless steel* ini, terutama dalam lingkungan yang sangat agresif. Salah satu pendekatan untuk mengubah struktur material dengan menggunakan campuran yang berbasis karbon alami, seperti ampas kopi robusta. Ampas kopi robusta akan dijadikan karbon dengan menggunakan proses pirolisis pada temperatur 1000°C dengan penahanan selama 1 jam. Karbon ini akan digunakan sebagai bahan pelapisan pada *stainless steel* 316L dengan variasi proses *pack carburizing* dan *quenching* serta temperatur dengan penahanan selama 1 jam, lalu akan melewati proses pengujian yang meliputi: uji konduktivitas termal, dan uji laju korosi. Pada proses *quenching* nilai konduktivitas termal 900°C memiliki nilai konduktivitas termal 20,556 W/m°C, 800°C memiliki nilai konduktivitas termal 19,669 W/m°C dan temperatur 700°C dengan nilai konduktivitas termal 18,930 W/m°C. Sedangkan pada proses *pack carburizing* temperatur 900°C nilai konduktivitas termal 20,102 W/m°C, dan 800°C nilai konduktivitas termal 19,547 W/m°C, sedangkan pada 700°C dengan nilai konduktivitas termal 18,916 W/m°C. Pada laju korosi *raw* memiliki nilai laju korosi 7,614 mm/year, pada proses *quenching* 700°C memiliki laju korosi 12,781 mm/year, sedangkan temperatur 900°C dengan nilai laju korosi 18,40107616 mm/year, dan pada proses *pack carburizing* 700°C memiliki nilai laju korosi 9,699 mm/year temperatur 900°C dengan nilai laju korosi 13,234 mm/year. Proses yang lebih baik dalam konduktivitas termal adalah *quenching*, karena memiliki waktu yang lebih cepat tapi memiliki nilai konduktivitas tinggi, sedangkan kalo untuk laju korosi yang terbaik adalah proses *pack carburizing* karena memiliki nilai laju korosi lebih kecil dibandingkan dengan proses *quenching*.

Kata Kunci: karbon ampas kopi robusta, *pack carburizing*, *quenching*, *stainless steel* 316L, konduktivitas termal, laju korosi

THE EFFECT OF CARBON COATING ON STAINLESS STEEL 316L WITH VARIATIONS OF HARDENING PROCESSES (PACK CARBURIZING AND QUENCING) AND TEMPERATURE ON CONDUCTIVITY AND CORROSION RATE

Cristian Florentinus Bala Bura, B.C. Putra Mbulu, N. Tugur Redationo

Prodi Teknik Mesin, Universitas Katolik Widya Karya,

Jl. Bondowoso No.2 Malang Juli 2025

E-mail: cristianballaamamudha@gmail.com

SUMMARY

Stainless steel is an alloy steel with corrosion (rust) resistance properties. However, the good corrosion and wear resistance properties of stainless steel also require continuous improvement in its performance and service life, especially in highly aggressive environments. One approach to changing the material structure is by using a mixture based on natural carbon, such as robusta coffee grounds. Robusta coffee grounds will be converted into carbon using a pyrolysis process at a temperature of 1000°C with a holding time of 1 hour. This carbon will be used as a coating material on 316L stainless steel with a variety of pack carburizing and quenching processes and temperatures with a holding time of 1 hour, then it will undergo a testing process that includes: thermal conductivity testing, and corrosion rate testing. In the quenching process, the thermal conductivity value of 900°C has a thermal conductivity value of 20.556 W/m°C, 800°C has a thermal conductivity value of 19.669 W/m°C and a temperature of 700°C with a thermal conductivity value of 18.930 W/m°C. while in the pack carburizing process, the temperature of 900°C has a thermal conductivity value of 20.101 W/m°C, and 800° has a thermal conductivity value of 19.54684 W/m°C, while at 700°C the thermal conductivity value is 18.916 W/m°C. At the raw corrosion rate has a corrosion rate value of 7.614 mm/year, in the quenching process of 700°C has a corrosion rate of 12.781 mm/year, while the temperature of 900°C with a corrosion rate value of 18.401 mm/year, and in the pack carburizing process of 700°C has a corrosion rate value of 9.699 mm/year temperature 900°C with a corrosion rate value of 13.234 mm/year. The better process in thermal conductivity is quenching, because it has a faster time but has a high conductivity value, while for the best corrosion rate is the pack carburizing process because it has a smaller corrosion rate value compared to the quenching process

Keywords: *robusta coffee grounds carbon, pack carburizing, quenching, 316L stainless steel, thermal conductivity, corrosion rate*

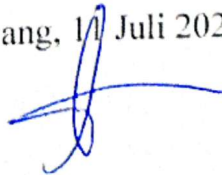
KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi dengan baik. Penulisan Skripsi ini dilakukan untuk memenuhi tugas akhir S1 Teknik Mesin Universitas Katolik Widya Karya Malang. Untuk itu tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Frater Dr. Klemens Mere, S.E., M.Pd., M.M., M.H., M.A.P., M.Ak., M.P., BHK. selaku Rektor Universitas Katolik Widya Karya Malang.
2. Ibu Dr. Sunik, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Karya Malang.
3. Bapak Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Katolik Widya Karya Malang.
4. Bapak Bernardus Crisanto Putra Mbulu, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dalam membantu, membimbing, serta kritik dan saran untuk menyempurnakan penyusunan Skripsi ini dengan sebaik mungkin
5. Bapak Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II dalam membimbing, serta kritik dan saran untuk menyempurnakan penyusunan Skripsi ini dengan sebaik mungkin.
6. Bapak Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si. selaku Dosen penguji

Di samping itu, penulis sadar bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sekiranya dapat kami gunakan untuk perbaikan pada Skripsi ini bisa selesai dengan semaksimal mungkin. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Malang, 11 Juli 2025



Cristian Florentinus Bala Bura

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR ASISTENSI	iv
LEMBAR ASISTENSI	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BIODATA PENULIS	xvi
LEMBAR PERUNTUKAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Karbon Ampas Kopi Robusta	4
2.3 <i>Stainless Steel</i> 316L	5
2.4 <i>Pack Carburizing</i> dan <i>Quenching</i>	6
2.5 Korosi	6
2.6 Temperatur	7
2.7 Pengujian Laju Korosi dengan Metode Kehilangan Berat	8
2.8 Kalor	8

2.9 Perpindahan Panas.....	9
2.10 Konduktivitas Termal	10
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 Deskripsi Penelitian.....	12
3.2 Hipotesis	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Diagram Penelitian	14
3.5 Jenis Penelitian	14
3.6 Objek Penelitian	14
3.7 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Data	15
3.8 Variabel Penelitian	15
3.9 Alat dan Bahan	15
3.9.1 Alat	15
3.9.2 Bahan.....	19
3.10 Proses Pengambilan Data	22
3.11 Skema Penelitian	23
3.12 Rencana Pengambilan Data	25
3.13 Rencana Diagram	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Data dan Hasil Uji Konduktivitas Termal	27
4.2 Perhitungan Nilai Konduktivitas Termal.....	27
4.3 Perbandingan Konduktivitas Termal dengan Variasi Proses <i>Pack</i> <i>Carburizing</i> dan <i>Quenching</i> Serta Temperatur.....	31
4.4 Perhitungan Nilai Korosi	33
4.5 Perbandingan Laju Korosi Antara Variasi Proses <i>Pack Carburizing</i> dan <i>Quenching</i>	35
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Simpulan.....	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perpindahan Panas Konduksi <i>Steady State</i> Satu Dimensi Pada Bidang Datar	9
Gambar 2. 2 Uji Pemanasan Spesimen	10
Gambar 3. 1 Tungku Pemanas	15
Gambar 3. 2 Kompor Listrik.....	16
Gambar 3. 3 Mortar.....	16
Gambar 3. 4 <i>Mesh</i> 250	17
Gambar 3. 5 Wadah Keramik.....	17
Gambar 3. 6 Penjepit.....	18
Gambar 3. 7 Wadah Alumunium	18
Gambar 3. 8 Timbangan Digital.....	19
Gambar 3. 9 Sensor Termokopel Arduino	19
Gambar 3. 10 Plat <i>Stainless Steel</i> 316l.....	20
Gambar 3. 11 Mikro SEM Karbon Grafit Ampas Kopi Robusta.....	20
Gambar 3. 12 Alumunium Foil	20
Gambar 3. 13 Oli Mesran.....	21
Gambar 3. 14 KOH	21
Gambar 3. 15 Skema Penelitian	23
Gambar 3. 16 Rencana Grafik Nilai Konduktivitas Termal	26
Gambar 3. 17 Rencana Grafik Laju Korosi	26
Gambar 4. 1 Perbandingan Konduktivitas Termal dengan Variasi Proses <i>Pack Carburizing</i> dan <i>Quenching</i> Serta Temperatur.....	31
Gambar 4. 2 Perbandingan Konduktivitas Termal dan Waktu Terhadap Variasi <i>Pack Carburizing</i> dan <i>Quenching</i>	31
Gambar 4. 3 Perbandingan Laju Korosi dengan Variasi Proses <i>Pack Carburising</i> dan <i>Quenching</i>	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Unsur <i>stainless steel</i> 316L.....	5
Tabel 3. 1 Rencana Pengambilan Berat Plat	25
Tabel 3. 2 Rencana Pengambilan Data Konduktivitas Termal	25
Tabel 4. 1 Data Massa Plat Sebelum dan Sesudah Proses	27
Tabel 4. 2 Hasil Konduktivitas Termal Semua Spesimen.....	29
Tabel 4. 3 Laju Korosi Pada Proses <i>Pack Carburizing</i>	34
Tabel 4. 4 Laju Korosi Pada Proses <i>Quenching</i>	35
Tabel 4. 5 Hasil SEM Pada Spesimen dengan Temperatur Yang Berbeda	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perhitungan <i>Raw</i>	43
Lampiran 2. Data Perhitungan Konduktivitas Termal <i>Pack Carburizing</i>	59
Lampiran 3. Perhitungan Konduktivitas Termal Pada Proses <i>Quenching</i>	86
Lampiran 4. Surat Keterangan Bebas Plagiasi.....	113

LEMBAR PERUNTUKAN

Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukan dengan baik
(Cristian Florentinus Bala Bura)

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan .
2. Kepada kedua orang tuaku yang aku cintai dan sayangi mamaku yang selalu sabar dan memberikan dukungan yang tiada henti serta dukungan materi dan moral, dan papaku yang dari dulunya selalu menginginkan aku buat kuliah hingga terselesaikannya skripsi ini serta doa-Mu dari surga sana hingga aku sampai pada titik ini.
3. Kepada kakak dan adik-adikku Flory, Andreas, Gerrald yang selalu dan memberi semangat dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.
4. Kepada Pak Bernad, Pak Tugur, dan Pak Prisma serta Dosen Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, dan selalu sabar menghadapi tingkah lakuku dan mengarahkanku sehingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Kepada teman-teman, Mas Angger, Akmal, Rein, Willy, Marsel, Yoga, dan teman-teman Jurusan Teknik Mesin yang selalu membuatku dalam proses penyusun skripsi ini.