

**PENGARUH MEDIA PENDINGIN AIR GARAM PADA PROSES PACK  
CARBURIZING SPROCKET SEPEDA MOTOR IMITASI DENGAN MEDIA  
CARBON ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP NILAI KEKERASAN  
DAN KETEBALAN DIFUSI**

**SKRIPSI**



**OLEH  
DONI WIDYATAMA  
NPM: 18520008**

**PRODI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO  
2022**



**PENGARUH MEDIA PENDINGIN AIR GARAM PADA PROSES PACK  
CARBURIZING SPROCKET SEPEDA MOTOR IMITASI DENGAN MEDIA  
CARBON ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP NILAI KEKERASAN  
DAN KETEBALAN DIFUSI**

**SKRIPSI**

**Diajukan  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana**

**DONI WIDYATAMA  
NPM: 18520008**

**PRODI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO  
2022**

## ABSTRAK

*Sprocket* merupakan bagian yang sangat penting pada sepeda motor yang berpasangan dengan rantai, berfungsi untuk meneruskan gaya dari *engine* ke roda belakang. Sehingga telah dilakukan penelitian tentang pengaruh media pendingin air garam pada proses *pack carburizing sprocket* sepeda motor imitasi dengan media carbon arang tempurung kelapa terhadap nilai kekerasan dan ketebalan difusi, menggunakan variasi temperatur 800°C, 850°C, 900°C dan dilakukan waktu penahanan masing-masing 1 jam, 1,5 jam, 2 jam. Pada temperatur 800°C dengan waktu penahanan 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam nilai kekerasannya yaitu 76,5 HRC dengan ketebalan difusi 53,13μ, 83,7 HRC dengan ketebalan difusi 59,91μ, dan 91,5 HRC dengan ketebalan difusi 89,36μ. Sedangkan pada temperatur 850°C waktu penahanan 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam nilai kekerasannya 101,5 HRC ketebalan difusi 82,97μ, 102,7 HRC ketebalan difusi 94,42μ dan 110,5 HRC ketebalan difusinya 190,26μ. Sedangkan pada temperatur 900°C waktu penahanan 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam nilai kekerasannya 106,1 HRC dengan ketebalan difusi 168,95μ, 112,7 HRC ketebalan difusi 214,6μ dan 122,2 HRC ketebalan difusi 397,95μ. Dari data hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur mempengaruhi naiknya kekerasan *sprocket* dan waktu penahanan mempengaruhi peningkatan kekerasan *sprocket*, semakin lama waktu penahanan maka semakin banyak jumlah karbon yang terdifusi ke *sprocket* dan Air garam sendiri memiliki kemampuan mendinginkan dengan cepat dan teratur sehingga dapat menjebak karbon yang masuk ke pori-pori *sprocket* setelah dilakukan proses *carburizing*.

**Kata Kunci:** *Pack Carburizing*, Pendingin air garam, Kekerasan, Ketebalan difusi

## ABSTRACT

*The sprocket is a very important part of the motorcycle that is paired with the chain, serves to transmit the force from the engine to the rear wheels. So that a research has been conducted on the effect of salt water cooling media on the process of imitation motorcycle pack carburizing sprocket with coconut shell charcoal carbon media on the value of hardness and diffusion thickness, using temperature variations of 800°C, 850°C, 900°C and the holding time of each has been carried out. - 1 hour, 1.5 hours, 2 hours respectively. At a temperature of 800°C with a holding time of 1 hour, 1.5 hours and 2 hours, the hardness values are 76.5 HRC with a diffusion thickness of 53.13μ, 83.7 HRC with a diffusion thickness of 59.91μ, and 91.5 HRC with a diffusion thickness of 89.36μ. Meanwhile, at 850°C the holding time is 1 hour, 1.5 hours and 2 hours, the hardness value is 101.5 HRC, the diffusion thickness is 82.97μ, 102.7 HRC the diffusion thickness is 94.42μ and 110.5 HRC the diffusion thickness is 190.26μ. While at a temperature of 900°C holding time for 1 hour, 1.5 hours and 2 hours the hardness value is 106.1 HRC with a diffusion thickness of 168.95μ, 112.7 HRC a diffusion thickness of 214.6μ and 122.2 HRC a diffusion thickness of 397.95μ. . From the research data shows that temperature affects the increase in sprocket hardness and holding time affects the increase in sprocket hardness, the longer the holding time, the more carbon will diffuse into the sprocket and the salt water itself has the ability to cool quickly and regularly so that it can trap carbon that enters the sprocket. sprocket pores after the carburizing process.*

**Keywords:** *Pack Carburizing, Brine Cooling, Hardness, Diffusion Thickness*

## RINGKASAN

Doni Widyatama. 2022. *Pengaruh Media Pendingin Air Garam Pada Proses Pack Carburizing Sprocket Sepeda Motor Imitasi Dengan Media Carbon Arang Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kekerasan Dan Ketebalan Difusi*. Skripsi. Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Metro. Pembimbing (1) Eko Nugroho, S.T.,M.Eng. (2) Nurlaila Rajabiah, S.Pd.,M.Sc.

**Kata Kunci:** *Pack Carburizing*, Pendingin air garam, Kekerasan, Ketebalan difusi

*Sprocket* merupakan bagian yang sangat penting pada sepeda motor yang berpasangan dengan rantai, berfungsi untuk meneruskan gaya dari *engine* ke roda belakang. Baja karbon merupakan baja yang terdiri dari besi dan karbon tanpa unsur paduan lainnya. Tetapi pada umumnya terdapat paduan unsur lain dengan presentase yang sangat kecil yaitu Si, S, P dan Mn. Baja karbon rendah umumnya memiliki kandungan karbon sebesar 0,3 %, dilihat dari kekuatannya baja karbon rendah memiliki sifat sedang, tangguh dan ulet. Baja karbon rendah memiliki sifat mampu mesin dan mampu las yang tinggi namun baja karbon rendah memiliki kekuatan yang rendah. Agar meningkatkan kekerasan pada permukaannya maka perlu dilakukan proses *carburizing* dan pengujian kekerasan *rockwell hardness tester*. Metode yang digunakan adalah *pack carburizing* dengan media carbon arang tempurung kelapa dan pendingin air garam, menggunakan variasi temperatur 800°C, 850°C, 900°C dan dilakukan waktu penahanan masing-masing 1 jam, 1,5 jam, 2 jam.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh media pendingin air garam pada proses *pack carburizing sprocket* sepeda motor imitasi dengan media carbon arang tempurung kelapa terhadap nilai kekerasan dan ketebalan difusi.

Metode penelitian yang dilakukan yaitu eksperimental dengan mencampurkan *sprocket* sepeda motor imitasi dengan arang tempurung kelapa 90% dan *barium carbonat* 10%, serta memvariasikan temperatur 800°C, 850°C, 900°C dan masing-masing waktu penahanan 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam kemudian didinginkan dengan air garam.

Dari hasil penelitian diperoleh hasil *sprocket* imitasi tanpa perlakuan memiliki kekerasan 64,3 *HRC*, serta nilai kekerasan dan ketebalan difusi tertinggi terjadi pada masing-masing temperatur yaitu 800°C dengan waktu penahanan 2 jam nilai kekerasannya 91,5 *HRC* dengan ketebalan difusi 89,36 $\mu$ , pada 850°C dengan waktu penahanan 2 jam nilai kekerasannya 110,5 *HRC* dengan ketebalan difusinya 190,26 $\mu$ , pada 900°C dengan waktu penahanan 2 jam nilai kekerasannya 122,2 *HRC* dengan ketebalan difusinya 397,95 $\mu$ . Diketahui dari data yang diperoleh bahwa temperatur dan waktu penahanan mempengaruhi kekerasan dan ketebalan difusi, serta air garam memiliki pendinginan yang cepat dan teratur sehingga dapat menjebak karbon yang masuk ke pori-pori *sprocket*.

## PERSETUJUAN

Skripsi oleh **DONI WIDYATAMA** ini,  
Telah diperbaiki dan disetujui untuk diuji

Metro 24 Agustus 2022

Pembimbing I



**Eko Nugroho, S.T.,M.Eng.**  
NIDN: 00616067801

Pembimbing II



**Nurlaila Rajabiah, S.Pd.,M.Sc.**  
NIDN: 0204038902

Ketua Program Studi



**Asroni, S.T.,M.T.**  
NIDN: 0212128703

## PENGESAHAN

Skripsi **Doni Widyatama** ini,  
Telah dipertahankan didepan tim penguji  
Pada tanggal 24 Agustus 2022

Tim Penguji



\_\_\_\_\_, Penguji I  
Eko Nugroho, S.T.,M.Eng.



\_\_\_\_\_, Penguji II  
Nurlaila Rajabiah, S.Pd.,M.Sc.



\_\_\_\_\_, Penguji Utama  
Kemas Ridhuan, S.T.,M.Eng.

Mengetahui  
Fakultas Teknik  
Dekan



  
Dr. Dadang Iskandar, S.T.,M.T.  
NIDN: 0207027201

## **MOTTO**

Bahagiaalah dengan apa yang kamu sukai selagi tidak merugikan dan merepotkan orang lain

Jadikanlah ilmumu bermanfaat bagi orang lain  
(Doni Widyatama)



## PERSEMBAHAN

Rasa syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu. Skripsi ini kupersembahkan kepada:

1. Ibunda Isti Setiawati dan ayahanda Hasan Basri, teristimewa ku persembahkan kepada kedua orang tuaku tercinta dan tersayang yang telah mendidik, merawat dan menyayangiku dengan penuh kasih sayang yang tidak akan terganti, senantiasa memberi keteduhan dalam hidupku dan tidak henti-hentinya memberikan do'a serta dukungan tanpa lelah demi keberhasilan studiku.
2. Adiku Vista Dwi Cahyani yang selalu membayarkan hutang pulsa dirumah.
3. Bapak Eko Nugroho, S.T.,M.Eng. selaku dosen pembimbing I.
4. Ibu Nurlaila Rajabiah, S.Pd.,M.Sc. selaku dosen pembimbing II.
5. Bapak Ibu Dosen Prodi Teknik Mesin UM Metro.
6. Kepada teman satu tim skripsi Dwi Heriyanto, Muhamad Ardhi Ramadhan Diko dan Waldo Herdiansyah.
7. Novyta Sari Susiana Effendi selaku calon istri yang sudah menemani dari SMK sampai menyelesaikan jenjang perkuliahan S1.
8. Teman-teman angkatan 2018.
9. Almamater tercinta Universitas Muhammadiyah Metro.
10. Dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

## KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Pengaruh media pendingin air garam pada proses pack carburizing sprocket sepeda motor imitasi dengan media carbon arang tempurung kelapa terhadap nilai kekerasan dan ketebalan difusi*”. Shalawat serta Salam disampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, semoga mendapatkan syafa’at-Nya di hari akhir nanti.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. H. Jazim Ahmad, M.Pd. Rektor Universitas Muhammadiyah Metro.
2. Bapak Dr. Dadang Iskandar, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
3. Bapak Asroni, S.T., M.T. Selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro.
4. Bapak Eko Nugroho, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Nurlaila Rajabiah, M.Sc. Selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan serta bimbingan selama menyelesaikan skripsi ini.
6. Kedua orang tua saya yakni bapak Hasan Basri dan ibu Isti Setiawati
7. Bapak dan Ibu dosen Prodi Teknik Mesin, yang telah memberikan bimbingan dan ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan.
8. Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah metro.
9. Seluruh rekan-rekan Prodi Teknik Mesin angkatan 2018 yang telah berjuang bersama selama kuliah.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulis hanya dapat memohon dan berdoa atas segala bantuan, bimbingan, dukungan, semangat, masukan, dan do’a yang telah diberikan menjadi pintu datangnya Ridho dan Kasih Sayang Allah SWT di dunia dan akhirat. *Aamiin ya Rabbal alamiin*.

Penulis berharap semoga skripsi ini akan membawa manfaat yang sebesar-besarnya khususnya bagi penulis dan bagi pembaca pada umumnya.

Penulis

## PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Doni Widyatama  
NPM : 18520008  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Metro

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Media Pendingin Air Garam Pada Proses *Pack Carburizing Sprocket* Sepeda Motor Imitasi Dengan Media *Carbon* Arang Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kekerasan Dan Ketebalan Difusi” adalah benar karya saya dan bukan hasil plagiat. Apabila dikemudian hari terdapat unsur plagiat dalam skripsi tersebut , maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik sarjana dan akan mempertanggung jawabkan secara hukum.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya.

Metro, 24 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 1000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPTUAPRIBU RUPAH', '1000', and 'SATU RIBU TEMPEL'. The serial number '85515AKX018999960' is visible at the bottom of the stamp.

Doni Widyatama  
18520008



UNIT PUBLIKASI ILMIAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
METRO



Alamat:

Jl. Ki Hajar Dewantara No.116  
Iringmulyo, Kec. Metro Timur Kota Metro,  
Lampung, Indonesia

Website: [www.upi.ummetro.ac.id](http://www.upi.ummetro.ac.id)  
E-mail: [upi@ummetro.ac.id](mailto:upi@ummetro.ac.id)

## SURAT KETERANGAN UJI KESAMAAN (*SIMILARITY CHECK*)

Nomor: 2984/II.3.AU/F/UPI-UK/2022

Unit Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Metro dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : DONI WIDYATAMA  
NPM : 18520008  
Jenis Dokumen : SKRIPSI

JUDUL:

**PENGARUH MEDIA PENDINGIN AIR GARAM PADA PROSES  
PACK CARBURIZING SPROCKET SEPEDA MOTOR IMITASI  
DENGAN MEDIA CARBON ARANG TEMPURUNG KELAPA  
TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KETEBALAN DIFUSI**

Telah dilakukan validasi berupa Uji Kesamaan (*Similarity Check*) dengan menggunakan aplikasi *Turnitin*. Dokumen telah diperiksa dan dinyatakan telah memenuhi syarat bebas uji kesamaan (*similarity check*) dengan persentase  $\leq 20\%$ . Hasil pemeriksaan uji kesamaan terlampir.

Demikian kami sampaikan untuk digunakan sebagaimana mestinya.



Metro, 29 Agustus 2022

Kepala Unit,

Dr. Arif Rahman Aththibby, M.Pd.Si.  
NIDN. 0203128801

## DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....	i
HALAMAN LOGO.....	ii
HALAMAN JUDUL.....	iii
ABSTRAK.....	iv
RINGKASAN.....	v
PERSETUJUAN.....	vi
PENGESAHAN.....	vii
MOTTO.....	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	xi
SURAT KETERANGAN UJI KESAMAAN ( <i>SIMILARITY CHECK</i> ).....	xii
PERSETUJUAN.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. Penelitian Terdahulu.....	5
B. <i>Sprocket</i> .....	6
C. Baja Karbon.....	7
1. Baja Karbon Rendah ( <i>Low Carbon Steel</i> ).....	7
2. Baja Karbon Menengah ( <i>Medium Carbon Steel</i> ).....	8
3. Baja Karbon Tinggi ( <i>High Carbon Steel</i> ).....	8
a. Sifat-sifat baja <i>carbon</i> .....	8
D. Diagram Besi Karbon (Fe-C).....	10
a. Besi delta.....	11

b. Austenit .....	11
c. Ferit.....	11
d. Perlit ( $\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$ ).....	11
e. Ledeburit .....	11
f. Simentit .....	11
E. Diagram CCT dan TTT.....	11
F. Arang Tempurung Kelapa .....	13
G. <i>Surface Treatmen</i> .....	15
1. <i>Nitriding</i> .....	15
2. <i>Flame Hardening</i> .....	15
3. Pengerasan Induksi.....	15
4. Pengerasan Sinar Laser.....	15
5. <i>Carburizing</i> .....	16
H. <i>Pack Carburizing</i> .....	16
I. Difusi.....	18
J. Katalisator .....	19
K. <i>Holding Time</i> .....	19
L. Media Pendingin .....	20
1. Media Pendingin air.....	20
2. Media Pendingin Udara .....	20
3. Media Pendingin Air Garam.....	21
4. Media Pendingin Oli .....	21
M. Pengujian Bahan.....	22
N. Pengujian kekerasan.....	22
1. Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	22
O. Pengujian Ketebalan Difusi .....	24
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
A. Waktu Dan Tempat Penelitian.....	26
B. Alat Dan Bahan .....	26
1. Alat.....	26
a. Gerinda.....	26
b. Amplas .....	27
c. Ayakan Mesh 100.....	27
d. Tungku Pemanas ( <i>Furnance</i> ) .....	27
e. Alat Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	28

f. <i>Polishing Machine Unipol 1210</i> .....	29
g. <i>Mikroskop Optik</i> .....	29
h. Wadah Simentasi .....	30
i. <i>Stopwatch</i> .....	30
2. Bahan.....	30
a. <i>Sprocket</i> .....	31
b. Arang Tempurung Kelapa.....	31
c. Katalis.....	32
C. Tahapan Penelitian .....	32
D. Diagram Alir .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>35</b>
A. Gambaran Umum.....	35
B. Hasil Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> dan Ketebalan Difusi.....	35
1. Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	35
2. Data Hasil Pengujian Ketebalan Difusi .....	39
C. Analisa Data.....	42
1. Hasil Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	42
2. Hasil Pengujian Ketebalan Difusi.....	46
D. Pembahasan.....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>52</b>
A. KESIMPULAN .....	52
B. SARAN .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil uji komposisi kimia <i>sprocket</i> asli dan <i>sprocket</i> imitasi.....	7
2. Zat yang terkandung dalam arang tempurung kelapa .....	14
3. Hasil uji kekerasan <i>rockwell sprocket</i> original.....	35
4. Hasil uji kekerasan <i>rockwell sprocket</i> imitasi tanpa perlakuan.....	36
5. Hasil uji kekerasan <i>rockwell sprocket</i> imitasi temperatur 800°C .....	36
6. Hasil uji kekerasan <i>rockwell sprocket</i> imitasi temperatur 850°C .....	37
7. Hasil uji kekerasan <i>rockwell sprocket</i> imitasi temperatur 900°C .....	38
8. Hasil pengujian ketebalan difusi pada temperatur 800°C .....	39
9. Hasil pengujian ketebalan difusi pada temperatur 850°C .....	40
10. Hasil pengujian ketebalan difusi pada temperatur 900°C .....	41



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Sprocket</i> .....	7
2. Diagram fasa Fe-C.....	10
3. Diagram CCT.....	12
4. Diagram TTT.....	13
5. Arang tempurung kelapa.....	14
6. Proses <i>Pack Carburizing</i> .....	17
7. Pemodelan terjadinya proses difusi.....	18
8. Struktur BCC dan FCC.....	18
9. Skema pengujian kekerasan <i>Rockwel</i> .....	23
10. <i>Polishing Machine Unipol</i> .....	24
11. <i>Mikroskop Optik</i> .....	25
12. Gerinda.....	26
13. Amplas.....	27
14. Ayakan mesh 100.....	27
15. Tungku pemanas ( <i>Furnance</i> ).....	28
16. Alat uji kekerasan <i>Rockwell</i> .....	28
17. <i>Polishing Machine Unipol 1210</i> .....	29
18. <i>Mikroskop Optik</i> .....	29
19. Wadah Simentasi.....	30
20. <i>Stopwatch</i> .....	30
21. <i>Sprocket</i> .....	31
22. Arang Tempurung Kelapa.....	31
23. <i>Barium Karbonat</i> .....	32
24. Tahapan pengerjaan.....	32
25. Tahapan pengujian.....	33
26. Diagram Alir.....	34
27. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Pada Temperatur 800°C.....	42
28. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Pada Temperatur 850°C.....	43
29. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Pada Temperatur 900°C.....	44
30. Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Tertinggi.....	45
31. Grafik Perbandingan Ketebalan Difusi Pada Temperatur 800°C.....	46

32. Grafik Perbandingan Ketebalan Difusi Pada Temperatur 850°C .....	47
33. Grafik Perbandingan Ketebalan Difusi Pada Temperatur 900°C .....	48
34. Grafik Perbandingan Ketebalan Difusi Tertinggi.....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Pengajuan Judul Skripsi
- Lampiran 2 Hasil Pengujian Ketebalan Difusi
- Lampiran 3 Lembar Asistensi Pembimbing I dan Pembimbing II
- Lampiran 4 Dokumentasi Proses *Pack Carburizing*
- Lampiran 5 Lembar Saran Seminar Hasil
- Lampiran 6 Lembar Saran Komprehensif
- Lampiran 7 SK Pembimbing
- Lampiran 8 SK Ujian Komprehensif
- Lampiran 9 Riwayat Hidup