

**ANALISA PENGARUH *PACK CARBURIZING* TERHADAP  
SIFAT MEKANIS *SPROCKET* IMITASI SEPEDA MOTOR  
MENGUNAKAN ARANG KAYU GELAM DAN SERBUK  
CANGKANG REMIS SEBAGAI *KATALISATOR***

**TUGAS AKHIR**



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan  
Program Diploma IV TMPP Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:  
Reza Fahlevi  
0614 4021 2027**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
PALEMBANG  
2018**

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF PACK CARBURIZING ON  
MECHANICAL PROPERTIES OF MOTORCYCLE  
IMITATION SPROCKET BY USING MELALEUCA WOOD  
CHARCOAL AND MUSSELS SHELL POWDER AS  
CATALYST**

**FINAL REPORT**



**Submitted to Comply with Terms of Completion  
Study Program of Mechanical Production and Maintenance Engineering  
Department of Mechanical Engineering  
State Polytechnic of Sriwijaya**

**By:  
Reza Fahlevi  
0614 4021 2027**

**STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA  
MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
PALEMBANG  
2018**

**ANALISA PENGARUH *PACK CARBURIZING* TERHADAP  
SIFAT MEKANIS *SPROCKET* IMITASI SEPEDA MOTOR  
MENGUNAKAN ARANG KAYU GELAM DAN SERBUK  
CANGKANG REMIS SEBAGAI *KATALISATOR***



**TUGAS AKHIR**

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Laporan Tugas Akhir  
D4 TMPP - Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Pembimbing Utama,**

**Pembimbing Pendamping,**

**Taufikurrahman, S.T.,M.T.  
NIP. 196910042000031001**

**Ella Sundari, S.T.,M.T.  
NIP. 198103262005012003**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

**Ir. Sairul Effendi, M.T.  
NIP. 1963091219893031005**

**HALAMAN PENGESAHAN UJIAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

## HALAMAN PENGESAHAN UJIAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan tugas akhir ini diajukan oleh

Nama : REZA FAHLEVI  
NIM : 0614 4021 2027  
Konsentrasi Studi : D-IV TMPP  
Judul Laporan Akhir : ANALISA PENGARUH *PACK CARBURIZING* TERHADAP SIFAT MEKANIS *SPROCKET* IMITASI SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN ARANG KAYU GELAM DAN SERBUK CANGKANG REMIS SEBAGAI KATALISATOR

**telah selesai diuji, direvisi dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya**

### **Penguji:**

Tim Penguji : 1. Almadora Anwar, M.Eng ( )  
2. Ella Sundari, S.T., M.T. ( )  
3. H. Karmin, S.T., M.T. ( )  
4. Drs. Zainuddin, M.T. ( )

### **Mengetahui:**

Ketua Jurusan Teknik Mesin : Ir. Sairul Effendi, M.T. ( )

Ditetapkan di : Palembang  
Tanggal : 19 Juli 2018

## *PERSEMBAHAN*

*Karya ini Dipersembahkan Untuk:*

*Ayah dan ibuku*

*Saudara-saudaraku : Neny, Okta, Hafiz, Ulfa*

*Teman-teman seperjuanganku kelas 8PPB*

*Orang-orang yang kusayangi*

*Mengingat jasa serta dukungan, cinta dan do`anya telah menyemangati jiwa*

*raga dan meringankan langkah kakiku dalam berkarya yang terbaik untuk*

*agama, orang tua dan bangsa.*

## MOTTO

*“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”. (Q.S Al-Insyiroh :5)*

*“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”. (Q.S Albaqarah :286)*

*“Dan boleh jadi kamu membenci sesuatu tetapi ia baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu tetapi ia buruk bagimu, dan Allah mengetahui dan kamu tidak mengetahui”. (Q.S Albaqarah : 216)*

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri”. (Q.S Ar-Ra’ad : 11)*

*“Apa yang terjadi hari ini tidak akan berlangsung selamanya, apa yang terjadi hari ini bukanlah patokan kesuksesan. (Penulis)*

*“Orang sukses takut kehilangan peluang walau gagal terus berjuang akhirnya jadi pemenang, Orang gagal takut kehilangan uang gak berani coba walau ada peluang akhirnya susah berkepanjangan”. (Anonim)*

## ABSTRAK

### ANALISA PENGARUH *PACK CARBURIZING* TERHADAP SIFAT MEKANIS *SPROCKET* IMITASI SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN ARANG KAYU GELAM DAN SERBUK CANGKANG REMIS SEBAGAI KATALISATOR

(2018: 18 + 94 Hal. + Daftar Gambar + Daftar Tabel + Lampiran)

---

REZA FAHLEVI

0614 4021 2027

D4 TMPP - JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

*Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisa peningkatan sifat mekanik material sprocket imitasi setelah dilakukan proses carburizing dan membandingkannya dengan sprocket original tanpa perlakuan. Adapun variabel bebas yang digunakan sprocket genuine part, dan sprocket imitasi yang sudah mengalami perlakuan panas, media pendingin (air, oli bekas, silikon oil, dan udara), dengan variasi temperatur (850 dan 900 °C) dengan penahanan waktu 1 jam dengan media karbonisasi arang kayu gelam dan serbuk cangkang remis sebagai katalis. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian komposisi kimia, kekerasan dengan metode Rockwell hardness tester B, dan struktur mikro. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah peningkatan nilai kekerasan optimum pada sprocket imitasi dengan proses carburizing pada temperatur 900 °C dengan penahanan waktu 1 jam dengan media pendingin air, kekerasannya meningkat sebesar 43.07% dibanding dengan sprocket imitasi tanpa proses carburizing, dan lebih tinggi 13,94% diatas nilai kekerasan sprocket original. Hasil pada pengujian struktur mikro didapat struktur martensit lebih banyak ditemukan pada sprocket imitasi dengan proses carburizing pada media pendingin air dibanding media pendingin oli bekas, udara maupun silikon oil, serta fasa struktur ini memiliki sifat ulet dan kekerasan yang cukup kuat. Dan pada pengujian komposisi kimia, sprocket imitasi dengan proses carburizing kadar karbonnya meningkat dari 0,159% menjadi 0,29%C, dimana karbon berfungsi sebagai unsur penguat dalam struktur baja.*

**Kata Kunci:** *Sprocket, proses carburizing, arang kayu gelam.*

## ABSTRACT

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF PACK CARBURIZING ON  
MECHANICAL PROPERTIES OF MOTORCYCLE IMITATION  
SPROCKET BY USING MELALEUCA WOOD CHARCOAL AND  
MUSSELS SHELL POWDER AS CATALYST  
(2018: 18 + 94 pp. + List of Figures + List of Tables + Attachments)**

---

REZA FAHLEVI

0614 4021 2027

D4 TMPP - MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

*The main purpose of this study was to analyze the improvement of mechanical properties of imitation sprocket material after carburizing process and compare it with original sprocket without treatment. The independent variables are used sprocket genuine parts, and hot imitation sprocket, cooling medium (water, used oil, silicon oil, and air), with temperature variations (850 and 900 ° C) with 1 hour holding time with media carbonization of melaleuca wood charcoal and shell powder as catalyst. The tests performed are testing of chemical composition, hardness with method Rockwell hardness tester B, and micro structure. The result obtained from this research is the increasing of optimum hardness value on imitation sprocket with carburizing process at 900 ° C with 1 hour holding time with water cooling medium, the hardness increased by 43.07% compared with imitation sprocket without carburizing process, and higher value of 13, 94% above the original sprocket hardness value. The results of microstructure testing showed that martensite structure was more found in imitation sprocket by carburizing process on water cooling medium compared to used oil cooling media, air or silicon oil, and this structure phase has ductile and hardness properties. And on testing of chemical composition, the imitation sprocket by carburizing process of its carbon content increased from 0.159% to 0.29% C, wherein carbon acts as a hardener in the steel structure.*

**Key words:** *Sprocket, carburizing process, melaleuca wood charcoal.*



## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirobbilalamin, penulis ucapkan kepada Allah SWT atas berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisa Pengaruh *Pack Carburizing* Terhadap Sifat Mekanis *Sprocket* Imitasi Sepeda Motor Menggunakan Arang Kayu Gelam dan Serbuk Cangkang Remis Sebagai *Katalisator*”**. Tujuan dari penyusunan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kurikulum di Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya jurusan Teknik Mesin Program Studi Produksi dan Perawatan. Selain itu, penyusunan Laporan Tugas Akhir ini ditujukan untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan yang sangat berharga sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahku dan Ibuku tercinta yang selalu memberikan Doa dan dukungan kepada Anaknya tercinta
2. Bapak Ir. Sairul Effendi, M.T. dan seluruh staf jurusan/prodi D4 TMPP Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Taufikurrahman, S.T., M.T. selaku Pembimbing utama dalam membantu penyusunan Laporan akhir ini.
4. Ibu Ella Sundari, S.T., M.T. selaku Pembimbing pendamping dalam membantu penyusunan Laporan akhir ini.
5. Kakak Eva dan Kakak Aldo yang telah membantu pengujian komposisi kimia, sehingga laporan akhir ini bisa selesai tepat waktu.
6. Kakak-kakak perempuanku dan adikku yang telah banyak berjasa dalam kehidupanku.
7. Sahabat-sahabatku dan teman-teman semua yang telah banyak berbagi keceriaan, kebersamaan dan kesulitan yang pernah kita alami bersama.

Buat teman-teman terbaikku kelas 8 PPB yang telah berjuang bersama-sama selama 4 tahun.

8. Semua pihak terkait yang tidak mungkin disebutkan oleh penulis satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam tulisan Laporan Tugas akhir ini. Penulis menerima kritik dan saran dari pembaca agar penulis dapat membuat tulisan yang lebih baik.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak, semoga kebaikan menjadi amal ibadah yang mendapat Ridho dari Allah SWT, aamiin.

Palembang, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	iii
Halaman Pengesahan dosen Penguji .....	iv
Halaman Persembahan .....	v
Halaman Motto .....	vi
Abstrak .....	vii
Abstrack .....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat .....	4
1.4.1 Tujuan Penelitian .....	4
1.4.2 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kajian Pustaka.....	7
2.2 Baja .....	10
2.2.1 Baja Karbon .....	15
2.2.2 Baja Paduan .....	16
2.2.3 Struktur Mikro Baja Karbon .....	18
2.2.4 Peralihan Wujud Struktur pada pemanasan lambat .....	20
2.2.5 Kurva Laju Inverse .....	21
2.2.6 Diagram waktu temperatur peralihan wujud .....	23
2.3 Besi .....	25
2.4 Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) .....	29
2.4.1 Jenis Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ) .....	33
2.4.2 Pengerasan Permukaan Baja .....	41
2.4.3 Difusi Pada Baja .....	42
2.5 Tinjauan Uji kekerasan pada Baja .....	43
2.6 Pengujian Struktur Mikro .....	45
2.7 <i>Specimen</i> Pengujian .....	46

2.7.1 <i>Sprocket</i> .....	46
2.7.2 Kayu Gelam .....	47
2.7.3 Kerang Remis .....	49
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Bahan Penelitian .....	52
3.1.1 Bahan Pengamatan .....	52
3.1.2 Bahan Penelitian .....	52
3.2 Peralatan Penelitian .....	53
3.2.1 Mesin Perkakas .....	53
3.2.2 Dapur Pemanas .....	54
3.2.3 Kotak ( <i>box</i> ) <i>Carburizing</i> .....	54
3.2.4 Pengujian Sifat Material .....	55
3.3 Posedur Penelitian .....	58
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan Penelitian .....	59
3.3.2 Pembuatan Kotak <i>Carburizing</i> .....	59
3.3.3 Pembuatan Bubuk ( <i>powder</i> ) Arang Kayu Gelam .....	59
3.3.4 Pembuatan Serbuk Cangkang Remis .....	60
3.3.5 Pembuatan <i>Specimen</i> .....	61
3.3.6 Proses Pemanasan <i>Specimen</i> .....	62
3.4 Pengujian <i>Specimen</i> .....	64
3.4.1 Uji Kekerasan .....	64
3.4.2 Uji Komposisi Bahan .....	67
3.4.3 Uji Struktur Mikro .....	69
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data Hasil Pengujian komposisi Bahan .....	72
4.1.1 Pembahasan Hasil Pengujian Komposisi .....	73
4.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	73
4.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan .....	76
4.2.2 Analisa Regresi .....	80
4.3 Data Hasil Pengujian Metalografi .....	87
4.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian Metalografi .....	91
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	93
5.2 Saran .....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xvi
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram fasa Fe-C .....	10
Gambar 2.2	(a) <i>Ferrite</i> , (b) <i>Delta ferrite</i> .....	12
Gambar 2.3	(a) <i>Proeutectoid ferrite</i> dan <i>pearlite</i> , (b) <i>pearlite</i> dan <i>proeutectoid ferrite in fully annealed</i> .....	12
Gambar 2.4	(a) <i>Austenite</i> , (b) <i>Ferrite (dark)</i> dan <i>austenite (white)</i> .....	13
Gambar 2.5	(a) <i>Lath martensite</i> , (b) <i>Plate martensite</i> .....	13
Gambar 2.6	<i>Cementite (white)</i> dan <i>pearlite (dark) in white cast iron</i> .....	14
Gambar 2.7	(a) <i>Upper bainite (dark)</i> dan <i>martensite (light)</i> , (b) <i>Lower bainite (dark)</i> dan <i>martensite (light)</i> .....	15
Gambar 2.8	Struktur Baja Zat Arang.....	19
Gambar 2.9	Diagram besi-besi karbon (Fe <sub>3</sub> C) sebagian.....	21
Gambar 2.10	Kurva laju inverse untuk baja SAE 1020 .....	22
Gambar 2.11	Diagram Waktu-Temperatur-Peralihan .....	24
Gambar 2.12	Diagram transformasi .....	26
Gambar 2.13	Struktur kubik pemusatan ruang logam .....	27
Gambar 2.14	Sel satuan kubik pemusatan ruang (logam).....	28
Gambar 2.15	Struktur kubik pemusatan sisi pada logam.....	29
Gambar 2.16	Sel satuan kubik pemusatan sisi (logam). .....	29
Gambar 2.17	Tahapan Proses <i>Heat Treatment</i> .....	30
Gambar 2.18	Mekanisme Pendinginan .....	32
Gambar 2.19	Proses <i>Heat Treatment</i> berdasarkan tujuan.....	34
Gambar 2.20	Proses terjadinya Karburisasi .....	35
Gambar 2.21	Mekanisme difusi <i>intertisi</i> .....	36
Gambar 2.22	Grafik untuk menentukan waktu karbonisasi.....	39
Gambar 2.23	Proses terjadinya Nitridisasi.....	40
Gambar 2.24	Proses terjadinya difusi .....	43
Gambar 2.25	Prinsip pengukuran kekerasan <i>Vickers</i> .....	44
Gambar 2.26	Pemeriksaan benda uji dengan mikroskop metalurgi.....	46
Gambar 2.27	<i>sprocket genuine</i> (kiri), <i>sprocket imitasi</i> (kanan).....	47
Gambar 2.28	Kayu gelam .....	48
Gambar 2.29	Kerang remis ( <i>Meretrix Sp.</i> ).....	50
Gambar 2.30	Pola XRD dari cangkang kerang alami dan kalsinasi .....	51
Gambar 3.1	Gergaji Tangan dan ragam.....	53
Gambar 3.2	Dapur Pemanas.....	54
Gambar 3.3	Kotak <i>carburizing</i> .....	55
Gambar 3.4	<i>Rockwell Hardness Tester</i> .....	56
Gambar 3.5	Spektrometer .....	57
Gambar 3.6	<i>Metallurgical microscope</i> .....	57
Gambar 3.7	Diagram Alir Penelitian .....	58
Gambar 3.8	Pembakaran kayu gelam menjadi arang.....	59
Gambar 3.9	Arang kayu gelam sebelum dan sesudah ditumbuk .....	60
Gambar 3.10	Penumbukan cangkang remis menjadi serbuk .....	60
Gambar 3.11	Cangkang remis sebelum dan sesudah ditumbuk.....	61

Gambar 3.12	<i>Specimen</i> dari <i>sprocket</i> .....	61
Gambar 3.13	Penyusunan <i>specimen</i> didalam kotak <i>carburizing</i> .....	62
Gambar 3.14	Pengambilan kotak <i>carburizing</i> dari dalam dapur.....	63
Gambar 3.15	Proses <i>quenching</i> .....	63
Gambar 3.16	Landasan uji pada <i>Rockwell Hardness Tester</i> .....	64
Gambar 3.17	Landasan uji dan <i>dial indicator</i> <i>Rockwell Hardness Tester</i> .....	65
Gambar 3.18	<i>Dial indicator</i> pada <i>Rockwell Hardness Tester</i> .....	65
Gambar 3.19	Tuas pembebanan pada <i>Rockwell Hardness Tester</i> .....	66
Gambar 3.20	<i>Handle</i> <i>Rockwell Hardness Tester</i> .....	66
Gambar 3.21	Pembacaan angka kekerasan pada <i>dial indicator</i> .....	67
Gambar 3.22	Spektrometer dan tampilan <i>Display</i> nya .....	68
Gambar 3.23	Uji komposisi dengan Spektrometer .....	68
Gambar 3.24	Tampilan <i>display</i> pada spektrometer.....	69
Gambar 3.25	Benda uji struktur mikro .....	70
Gambar 3.26	Pengampelasan dan pemolesan .....	70
Gambar 3.27	Pengetsaan.....	71
Gambar 3.28	Pengambilan foto struktur mikro.....	71
Gambar 4.1	Grafik hubungan kekerasan terhadap media pendingin pada proses <i>carburizing</i> dengan suhu 850 °C.....	77
Gambar 4.2	Grafik hubungan kekerasan terhadap media pendingin pada proses <i>carburizing</i> dengan suhu 900 °C.....	78
Gambar 4.3	Struktur mikro <i>sprocket</i> imitasi tanpa perlakuan pembesaran 200x .....	87
Gambar 4.4	Struktur mikro <i>sprocket</i> imitasi dengan pendinginan air pembesaran 200x .....	88
Gambar 4.5	Struktur mikro <i>sprocket</i> imitasi dengan pendinginan silikon pembesaran 200x .....	89
Gambar 4.6	Struktur mikro <i>sprocket</i> imitasi dengan pendinginan udara pembesaran 200x .....	90
Gambar 4.7	Struktur mikro <i>sprocket</i> imitasi dengan pendinginan oli bekas pembesaran 200x.....	91

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan <i>Carburizing</i> dan <i>Nitriding</i> .....	40
Tabel 2.2	Standar pengujian kekerasan <i>rockwell</i> .....	44
Tabel 2.3	Komposisi kimia katalis limbah cangkang Remis .....	51
Tabel 4.1	Komposisi Bahan <i>Sprocket genuine</i> dan Imitasi.....	72
Tabel 4.2	Uji kekerasan <i>rockwell</i> .....	74
Tabel 4.3	Data hasil uji kekerasan untuk tiap spesimen yang dicarburizing dengan media pendingin air .....	81
Tabel 4.4	Tabel X Y regresi linear.....	81
Tabel 4.5	Data hasil uji kekerasan untuk tiap spesimen yang dicarburizing dengan media pendingin oli bekas .....	82
Tabel 4.6	Tabel X Y regresi linear.....	83
Tabel 4.7	Data hasil uji kekerasan untuk tiap spesimen yang dicarburizing dengan media pendingin silikon oil .....	84
Tabel 4.8	Tabel X Y regresi linear.....	84
Tabel 4.9	Data hasil uji kekerasan untuk tiap spesimen yang dicarburizing dengan media pendingin udara .....	85
Tabel 4.10	Tabel X Y regresi linear.....	85
Tabel 4.11	Persamaan regresi hasil pengujian.....	86