

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI WAKTU PROSES *HARD CHROME*
PADA *SPROCKET GEAR* DEPAN SEPEDA MOTOR
TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN KEAUSAN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian*



EFWIN ANGGI MULIYA DAULAY

1514006

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN**

2019



UNIVERSITAS PASIR PENGARAIAN
FAKULTAS TEKNIK
PRODI TEKNIK MESIN

Jl. Tuanku Tambusai Kumu, Desa Rambah, Kec. Rambah Hilir, Kab. Rokan Hulu, Riau. Telp. 0813 7893 3688

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH VARIASI WAKTU PROSES *HARD CHROME* PADA
SPROCKET GEAR DEPAN SEPEDA MOTOR TERHADAP NILAI
KEKERASAN DAN KEAUSAN**

Disusun dan diajukan oleh :

EFWIN ANGGI MULIYA DAULAY

NIM : 1514006

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi

Pada tanggal 27 Juni 2019

Dan telah disetujui oleh :

Pembimbing I

Yose Rizal, MT
NIDN : 10 220773 01

Pembimbing II

Ahmad Fathoni, MT
NIDN : 10 220773 01

Penguji Ujian Akhir Komprehensif,

Penguji I

Heri Suropto, MT
NIDN : 10 251184 01

Penguji II

Saiful Anwar, MT
NIDN : 10 120784 02

Penguji III

Aprizal, MT
NIDN : 10 280987 02

Disahkan oleh,

Dekan Fakultas Teknik

Aprizal, MT
NIDN : 10 280987 02

Ketua Program Studi

Ahmad Fathoni, MT
NIDN : 10 220773 01

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : EFWIN ANGGI MULIYA DAULAY
Nomor Induk Mahasiswa : 1514006
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Waktu Proses *Hard Chrome*
Pada *Sprocket Gear* Depan Sepeda Motor
Terhadap Nilai Kekerasan Dan Keausan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan dan keyakinan saya tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Institusi Pendidikan serta juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila ditemukan unsur plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena skripsi saya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Pasir Pengaraian, 27 Juni 2019

Yang Membuat Pernyataan


6000
ENAM RIBU RUPIAH
(EFWIN ANGGI MULIYA DAULAY)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ *“Barang siapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri” (Qs. Al-Ankabut : 6)*
- ❖ *“Bertaqwalah kepada Allah, maka Dia akan membimbingmu. Sesungguhnya Allah mengetahui segala sesuatu” (Qs. Al-Baqarah : 282)*
- ❖ *“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan” (Surat Asy Syarh ayat 5-6)*
- ❖ *“Jadilah seperti orang asing atau perantau di dunia ini” (HR. Bukhari)*
- ❖ *“Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu” (HR. Muslim)*

PERSEMBAHAN

- ❖ Untuk yang tercinta Ibu, Ayah, abangku Efri Wirdana Daulay, adikku Riza Intania Daulay yang memberikan kasih sayang, semangat, motivasi dan do'a.
- ❖ Seluruh keluarga besarku yang tercinta.
- ❖ Untuk sahabatku SQUAD PANDAWA 5 : Andi Kurniawan, Ka'bul Akbar, Pardamean dan Yayan Arifin yang memberikan rasa persahabatan, setia kawan dan motivasi yang terkadang tidak berguna.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pelapisan terhadap sifat kekerasan permukaan dan keausan permukaan lapisan *hard chrome* pada *sprocket gear*. Proses pelapisan dilakukan menggunakan metode *hard chrome electroplating* dengan *sprocket gear* sebagai katoda dan timah hitam sebagai anoda. Parameter yang digunakan yaitu variasi waktu lama pelapisan 30, 45, dan 60 menit. Pengujian kekerasan dilakukan dengan *Vickers* dan pengujian keausan menggunakan alat uji aus *type YC90S-4 standard ISO 9001 CE* sesuai dengan *ASTM G65*. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa kekerasan pada *sprocket gear* yang telah dilakukan proses *hard chrome* mengalami peningkatan kekerasan tertinggi terhadap spesimen dasar terjadi pada lama waktu pelapisan 60 menit yaitu pada posisi kaki gigi sebesar 699 HV meningkat 71,63%. Pada posisi tengah nilai kekerasan sebesar 699,6 HV meningkat 70,65%. Dan pada posisi dekat lubang nilai kekerasan sebesar 733,6 HV atau meningkat 71,60%. Hasil pengujian keausan yang dilakukan selama 15 jam menunjukkan bahwa keausan pada *sprocket gear* yang telah dilakukan proses *hard chrome* mengalami penurunan nilai keausan tertinggi terhadap spesimen dasar terjadi pada lama waktu pelapisan 60 menit yaitu sebesar 0,00013289 gram/km atau 60,03%. Dari hasil pengujian kekerasan dan keausan, menunjukkan bahwa semakin lama waktu pelapisan akan mengakibatkan tingkat kekerasan dan keausan permukaan semakin baik sehingga hasil pelapisan menjadi lebih keras dan menurunkan nilai keausan. Hal ini disebabkan karena semakin tebal lapisan krom yang menempel pada *sprocket gear*.

Kata kunci : *Electroplating, hard chrome, kekerasan dan keausan, sprocket gear, waktu pelapisan.*

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of coating time variations on the nature of surface hardness and surface wear of the hard chrome layer on the gear sprocket. The coating process is carried out using a hard chrome electroplating method with a gear sprocket as a cathode and lead as an anode. The parameters used were variations in coating duration 30, 45 and 60 minutes. Hardness testing was carried out with Vickers and wear testing using the ISO 9001 CE standard YC90S-4 type wear test equipment in accordance with ASTM G65. The results of the hardness test showed that the hardness of the gear sprocket that had been carried out by the hard chrome process had the highest increase in hardness against the base specimen at the 60 minute coating time, ie at the tooth foot position of 699 HV increasing by 71.63%. In the middle position the hardness value of 699.6 HV increased by 70.65%. And at the position near the hole the hardness value is 733.6 HV or an increase of 71.60%. The wear test results carried out for 15 hours showed that wear on the gear sprocket that had been carried out by hard chrome process had the highest wear value on the base specimens that occurred at the 60 minute coating time of 0,00013289 gram / km or 60.03%. From the results of testing for hardness and wear, it shows that the longer the coating time will result in better levels of hardness and surface wear so that the coating results will be harder and reduce the wear value. This is because the thicker chrome layer attaches to the gear sprocket.

Keywords: Electroplating, hard chrome, hardness and wear, gear sprocket, coating time.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran ALLAH SUBHANAHU WA TA'ALA yang telah memberikan nikmat, rahmat, hidayah serta kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Variasi Waktu Proses *Hard Chrome* Pada *Sprocket Gear* Depan Sepeda Motor Terhadap Nilai Kekerasan dan Keausan”**.

Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Yang tercinta Ibu, Ayah, abang, adik, serta semua keluarga yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah senantiasa menyertai dengan kasih sayang, doa, dorongan, dan kesabaran serta memberikan dukungan moril maupun materil.
2. Bapak DR. Adolf Bastian, M.Pd selaku Rektor Universitas Pasir Pengaraian.
3. Bapak Aprizal, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
4. Bapak Yose Rizal, ST.,MT selaku Pembimbing I yang telah menyediakan waktu untuk membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis sampai dengan selesainya pembuatan skripsi ini.
5. Bapak Ahmad Fathoni, ST.,MT selaku Pembimbing II yang telah menyediakan waktu untuk membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis sampai dengan selesainya pembuatan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Staff Program Studi Teknik Mesin yang telah membantu selama perkuliahan dan praktikum.
7. Sahabat seperjuangan SQUAD PANDAWA 5 yang telah memberikan banyak rasa yang berbeda dalam sebuah persahabatan, dukungan, semangat dan kerjasama yang baik selama kuliah.

8. Teman-teman kuliah yang telah memberikan dukungan, semangat serta sebuah persahabatan dan kerjasama yang baik selama kuliah.

Pasir Pengaraian, 27 Juni 2019

Penulis

EFWIN ANGGI MULIYA DAULAY

NIM : 1514006

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pelapisan Logam Dengan Listrik (<i>Electroplating</i>)	5
2.1.1 Definisi <i>Electroplating</i>	5
2.1.2 Prinsip Dasar <i>Electroplating</i>	5
2.1.3 Pinsip Kerja <i>Electroplating</i>	6
2.1.4 Proses Pelapisan <i>Electroplating</i>	9
2.1.5 Peralatan Pelapisan <i>Electroplating</i>	13
2.2 Pelapisan Krom Keras (<i>Hard Chrome</i>).....	17
2.2.1 Jenis-jenis Larutan Elektrolit <i>Hard Chrome</i>	18
2.2.2 Pekerjaan Pendahuluan	19
2.2.3 Kondisi Operasi Pelapisan <i>Hard Chrome</i>	21
2.3 <i>Sprocket Gear</i> (Roda Gigi Tarik).....	23

2.3.1	Klasifikasi <i>Sprocket Gear</i>	24
2.4	Baja Karbon (<i>Alloy Carbon Steel</i>)	25
2.4.1	Sifat-Sifat Baja Karbon	25
2.4.2	Klasifikasi Baja Karbon Berdasarkan Kadar Karbon	27
2.5	Sifat Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	28
2.5.1	Metode Pengujian <i>Brinell</i>	29
2.5.2	Metode Pengujian <i>Vickers</i>	30
2.5.3	Metode Pengujian <i>Rockwell</i>	31
2.6	Sifat Keausan (<i>Wear</i>)	32
2.6.1	Keausan Pada <i>Sprocket Gear</i>	32
2.6.2	Definisi dan Penggolongan Keausan Logam	34
2.6.3	Mekanisme Keausan Adesif	35
2.6.4	Mekanisme Keausan Abrasif.....	36
2.6.5	Mekanisme Keausan Korosif	38
2.6.6	Mekanisme Keausan Lelah Permukaan (<i>Fatigure</i>).	39
BAB III	METODE PENELITIAN	36
3.1	Diagram Alir Penelitian	36
3.2	Bahan dan Peralatan	37
3.2.1	Bahan	37
3.2.2	Peralatan	37
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.4	Prosedur Penelitian.....	38
3.4.1	Tahap Persiapan Bahan dan Benda Uji Penelitian ..	38
3.4.2	Proses <i>Hard Chrome Electroplting</i>	39
3.4.3	Pengujian Kekerasan	40
3.4.4	Pengujian Keausan.....	41
3.4.5	Metode Pengumpulan Data.....	43
3.4.6	Teknik Analisa Data	43
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1	Hasil Penelitian	44
4.1.1	Hasil Uji Kekerasan.....	44

4.1.2 Hasil Uji Keausan.....	50
4.1.2.1 Nilai Pembebanan yang Diterima Oleh Spesimen dan Piringan Pengaus	51
4.1.2.2 Jarak Tempuh Piringan Pengaus	51
4.1.2.3 Nilai Keausan Pada Spesimen.....	52
4.2 Pembahasan.....	58
BAB V PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rangkaian proses pelapisan <i>electroplating</i>	7
Gambar 2.2 Reaksi yang terjadi pada saat proses pelapisan	8
Gambar 2.3 Lapisan yang tidak rata akibat pengaruh jarak katoda.....	9
Gambar 2.4 Rangkaian sistem pelapisan secara <i>electroplating</i>	11
Gambar 2.5 Bentuk dan spesifikasi <i>rectifier</i>	14
Gambar 2.6 Bentuk-bentuk bak larutan (elektrolit).....	15
Gambar 2.7 Bentuk-bentuk bak larutan dengan celah.....	15
Gambar 2.8 Bentuk beberapa jenis rak gantungan benda kerja	16
Gambar 2.9 Bentuk dan jenis <i>barrel</i> untuk proses <i>electroplating</i>	17
Gambar 2.10 Hubungan rapat arus dengan temperatur pada lapisan krom	18
Gambar 2.11 Hubungan rapat arus, waktu pelapisan dan tebal pelapisan	23
Gambar 2.12 <i>Basic Sprocket Gear</i>	24
Gambar 2.13 Tipe <i>sprocket</i> dilihat dari segi bentuk dan desainnya.....	25
Gambar 2.14 Profil gigi <i>sprocket</i> dari rantai rol.....	25
Gambar 2.15 Metode pengujian kekerasan menurut <i>Brinell</i>	30
Gambar 2.16 Metode pengujian kekerasan menurut <i>Vickers</i>	31
Gambar 2.17 Metoda pengukuran kekerasan menurut <i>Rockwell</i>	32
Gambar 2.18 Skema pembebanan yang terjadi pada pengujian aus.....	34
Gambar 2.19 Mekanisme keausan adesif	37
Gambar 2.20 Tipe gesekan selama terjadi keausan abrasif	38
Gambar 2.21 Lima proses dari keausan abrasif.....	39
Gambar 2.22 Keausan <i>fatigure</i> karena retak dibagian dalam dan merambat	40
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	41
Gambar 3.2 Alat uji kekerasan <i>micro vickers</i>	45
Gambar 3.3 Alat uji aus.....	46
Gambar 4.1 Titik Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	50
Gambar 4.2 Grafik Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> Pada Spesimen Dasar	51

Gambar 4.3 Grafik Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> Pada Spesimen Pelapisan 30 menit	52
Gambar 4.4 Grafik Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> Pada Spesimen Pelapisan 45 menit	53
Gambar 4.5 Grafik Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> Pada Spesimen Pelapisan 60 menit	54
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan <i>Vickers</i>	55
Gambar 4.7 Spesimen dasar setelah uji keausan	56
Gambar 4.8 Spesimen pelapisan 30 menit setelah uji keausan	56
Gambar 4.9 Spesimen pelapisan 45menit dasar setelah uji keausan	56
Gambar 4.10 Spesimen pelapisan 60 menit setelah uji keausan	56
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Nilai Keausan	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi anoda larut dan unsur-unsur pengotor	10
Tabel 2.2 Komposisi dan kondisi operasi lautan <i>hard chrome</i>	19
Tabel 2.3 Komposisi dan kondisi operasi larutan etsa (<i>etching</i>).....	20
Tabel 2.4 Waktu pengerjaan etsa untuk beberapa logam	21
Tabel 2.5 Kadar karbon berdasarkan fungsi atau sifat	28
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> Pada Spesimen Dasar	51
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> Pada Spesimen Pelapisan 30 menit	52
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> Pada Spesimen Pelapisan 45 menit	53
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> Pada Spesimen Pelapisan 60 menit	54
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Aus Pada Spesimen Dasar	59
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Aus Pada Spesimen Pelapisan 30 menit..	60
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Aus Pada Spesimen Pelapisan 45 menit..	61
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Aus Pada Spesimen Pelapisan 60 menit..	63

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
1. B	= Berat zat yang terbentuk	(gram)
2. I	= Arus yang mengalir	(<i>Ampere</i>)
3. t	= Waktu	(detik)
4. e	= Berat ekuivalen zat yang dibebaskan (berat atom suatu unsur dibagi valensi unsur tersebut)	
5. F	= Jumlah arus yang diperlukan untuk membebaskan sejumlah gram ekuivalen suatu zat	
6. 1F	= 96.500 C, yaitu jumlah arus listrik yang diperlukan untuk membebaskan 1 greek suatu zat	
7. W _h	= Berat lapisan	(gram, kg)
8. W ₀	= Berat logam besi awal sebelum dilapisi	(gram, kg)
9. W ₁	= Berat logam besi akhir sesudah dilapisi	(gram, kg)
10. pH	= Derajat tingkat keasaman atau kebasaaan suatu larutan	
11. rpm	= Rotasi per menit	
12. °C	= Derajat Celcius (satuan suhu)	
13. HV	= <i>Hardness Vickers</i>	
14. $\Sigma F = 0$	= Hukum Newton I	
15. BHN	= <i>Brinell Hardness Number</i>	
16. P	= Beban penekanan	(N, kgf)
17. D	= Diameter	(mm)
18. t	= Kedalaman jejak penekanan	
19. VHN	= <i>Vickers Hardness Number</i>	
20. HRA	= <i>Hardness Rockwell A</i>	
21. HRB	= <i>Hardness Rockwell B</i>	
22. HRC	= <i>Hardness Rockwell C</i>	
23. HRN	= <i>Hardness Rockwell N</i>	
24. F ₁	= Beban yang diberikan	(kg)
25. L ₁	= Jarak beban dari tumpuan	(mm)

26. L_2 = Jarak spesimen dari tumpuan (mm)
27. L_t = Jarak tempuh (km)
28. n = Putaran (rpm)
29. t = Waktu (menit)
30. A = Luas penampang
31. m_s = Nilai keausan (gram/km)
32. m_0 = Massa awal spesimen (gram)
33. m_1 = Massa akhir spesimen (gram)
34. ISO = *International Organization for Standardization*
35. CE = *Conformite Europeenne*
36. ASTM = *American Standard Testing and Material*