

**ANALISIS KEAUSAN *PIN-ON-DISC* BESI COR DENGAN KEKASARAN
PERMUKAAN BUATAN DAN *ELECTROPLATING HARDCHROME***

Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi salah satu Persyaratan Gelar Sarjana Strata-1



Diajukan oleh:

NAMA : Sugeng Priyono

NIM : 133010413

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KEAUSAN *PIN-ON-DISC* BESI COR DENGAN KEKASARAN
PERMUKAAN BUATAN DAN *ELECTROPLATING HARDCHROME***

Tugas Akhir

Telah diperiksa dan disetujui sebagai usulan Tugas Akhir pada Program
Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.

Pada :
Hari : Sabtu
Tanggal : 11 Agustus 2018

Pembimbing I



Imam Syafa'at, S.T., M.T.
NIP : 197507262005011001

Pembimbing II



Dr. H. Helmy Purwanto, S.T., M.T.
NPP : 05.01.1.0060

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN REVISI

Nama : Sugeng Priyono
NIM : 133010413
Judul TA : "Analisis Keausan Pin-On-Disc Besi Cor Dengan Kekasaran Permukaan Buatan dan *Electroplating Hardchrome*"

Telah Dipertahankan dan Direvisi di Depan Dewan Penguji Tugas Akhir (TA) Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang

1. Penguji 1
Nama : Dr. H. Helmy Purwanto, S.T., M.T.
Tanggal Pengesahan : 15 Agustus 2018
Tanda Tangan : 
2. Penguji 2
Nama : Dr. SM. Bondan Respati, S.T., M.T.
Tanggal Pengesahan : 15 Agustus 2018
Tanda Tangan : 
3. Penguji 3
Nama : M. Dzulfikar, S.T., M.T.
Tanggal Pengesahan : 15 Agustus 2018
Tanda Tangan : 
4. Penguji 4
Nama : Darmanto, S.T., M.Eng.
Tanggal Pengesahan : 15 Agustus 2018
Tanda Tangan : 

Semarang, 15 Agustus 2018

Mengetahui

Ketua Program Studi



Dr. SM. Bondan Respati, S.T., M.T.

NPP: 05.06.1.0153

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sugeng Priyono
NIM : 133010413
Program Studi : Teknik Mesin S1

Menyatakan bahwa Tugas Akhir (TA) adalah tidak merupakan jiplakan dan juga bukan dari karya orang lain.

Semarang, 15 Agustus 2018

Yang menyatakan



Sugeng Priyono
NIM: 133010413





PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanhu Wa Ta'ala, yang mana telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Keausan *Pin-On-Disc* Besi Cor Dengan Kekasaran Permukaan Buatan Dan *Electroplating Hardchrome*”**

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan baik moril maupun materil, oleh karena itu penulis sampaikan terima kasih yang tiada tara terhadap:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala
2. Rasulullah Muhammad SAW, Suri Tauladan Ummat manusia.
3. Ibuku yang selalu mendoakan baik siang maupun malam dan serta Ayahku.
4. Alm. H. Mahfud bin H. Duryat bin Mustari yang telah memotivasi dan sebagai inspirasi.
5. Keluarga Besar Dukuh Ngroto Traman, Desa Pare, Kec. Selogiri, Kab. Wonogiri.
6. Bapak Syamsul Huda, ST. Konsulat Kegiatan Electroplating di LIK Terboyo Semarang.
7. Semua Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang yang telah membimbing dan memberi ilmu bermanfaat. Terutama Bapak Dr. H. Helmy Purwanto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim dan Pembimbing kedua, Bapak Dr. SM. Bondan Respati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Bapak Imam Syafa'at, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing Pertama, serta Bapak Darmanto, S.T., M.Eng, selaku koordintaor TA.
8. Seluruh Guru-guruku dari Ibu Wakiyani selaku Guru TK, Ibu Sularmi selaku Wali kelas 1 dan 2 SD N 3, Bapak Sunarimo Wali kelas 3 SD N 3, Bapak Suyatmo (Pak Londo) selaku Wali kelas 4 SD N 3, Ibu Sri Rahayu

selaku Wali kelas 5 SD N 3, Bapak Supadi selaku Wali kelas 6 SD N 3, Ibu Sri Hartini Wali kelas 1A MTs N 1, Bapak Hadi Priyono selaku Wali kelas 2A MTs N 1, Bapak Marimo selaku Wali kelas 3C MTs N 1, Bapak Muchtar selaku Wali kelas 1 MO1 SMK, Bapak Majid selaku wali kelas 2 MO1 SMK, dan Bapak Rasmu selaku Wali Kelas 3 MO1 SMK yang secara menyeluruh sabar dan tekun dalam mengajarkan ilmu.

9. Untuk semua teman-teman kerja Jakarta, Bogor, Kalimantan, dan Semarang yang tidak bisa disebutkan satu persatu dan selalu ngopi bareng.
10. Teman-teman satu angkatan dan satu jurusan **“We Are Solidarity Forever Because We Are Mc’ Engine Family”**, serta teman-Teman KKN **“SIANIDA Siap Jadi Pengusaha di Usia Muda”**, dan juga teman-teman satu Kampus Ijo terima kasih dukungannya.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

MOTTO

"Pentingnya ilmu, ilmu yang kita miliki ujungnya hanya dua yaitu, membersihkan hati dan menambah amal."

(Aa Gym)

"Sesungguhnya menuntut ilmu adalah pendekatan diri kepada Allah Azza wajjalla, dan mengajarkannya kepada orang yang tidak mengetahuinya adalah sodaqoh. Sesungguhnya ilmu menempatkan orangnya dalam kedudukan terhormat dan mulia. Ilmu pengetahuan adalah keindahan bagi ahlinya di dunia dan di akhirat"

(Al Hadist Riwayat Ar-Rabii')



KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya. Dan dengan menyebut nama Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas karunia ilmu yang bermanfaat serta barokahnya, sehingga penulis telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) guna syarat meraih gelar Sarjana Strata-1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang. Adanya kemampuan berdasarkan niat serta usaha, Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Keausan *Pin-On-Disc* Besi Cor Dengan Kekasaran Permukaan Buatan Dan *Electroplating Hardchrome*”** tersusun meskipun jauh dari kata sempurna.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini pula, penulis mengucapkan terima kasih atas panduan serta sumbangan saran kepada:

1. Rektor Universitas Wahid Hasyim Semarang yang selalu memberikan yang terbaik bagi kepentingan masyarakat dan Universitas.
2. Bapak Dr. H. Helmy Purwanto, S.T., M. T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim dan Dosen Pembimbing Kedua.
3. Bapak Dr. SM. Bondan Respati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Imam Syafa'at, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pertama.
5. Bapak Darmanto, S.T., M.Eng, selaku Koordintaor TA.
6. Bapak Muchammad, S.T., M.T., selaku Dosen UNDIP Semarang yang menyediakan bahan pengujian.
7. Seluruh staff Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.

Penulis juga menerima segala saran dan kritik dari kalangan semua pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhirnya penulis Berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Semarang, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	
.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN REVISI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	
.....	Error! Bookmark not defined.
PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Batasan masalah.....	2
I.4 Tujuan Penelitian	3
I.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
II.1 Tinjauan Pustaka.....	4
II.2 Besi Cor	6
II.3 Perlakuan Permukaan	13
II.3.1 Perlakuan Kekerasan.....	14
II.3.2 <i>Electroplating</i>	15
II.4 Kekasaran Permukaan dan Keausan Permukaan.....	23
II.5 Pengujian Keausan.....	26
II.6 Analisis Model Keausan Archard.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34

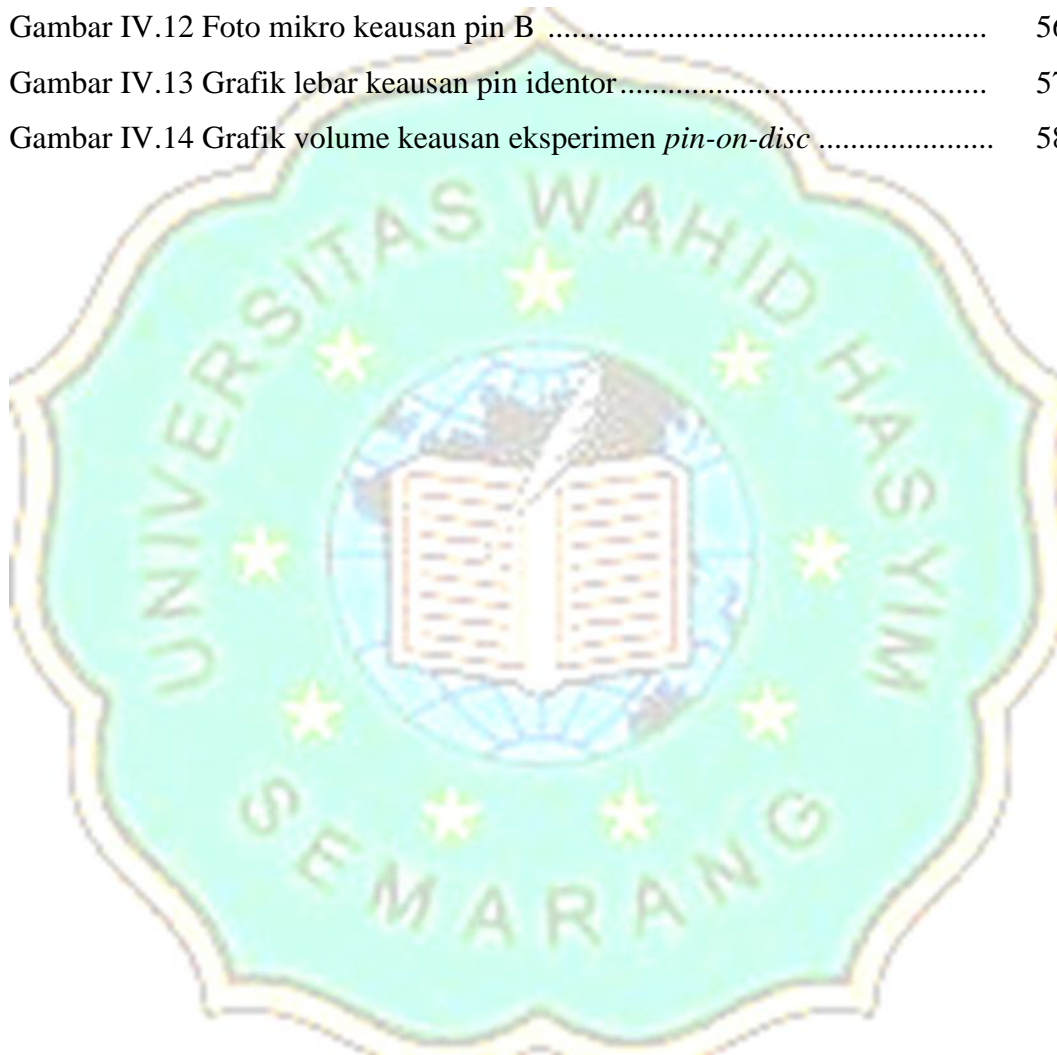
III. 1 Alat dan Bahan	34
III. 1.1 Alat.....	34
III.1.2 Bahan.....	38
III.2 Alur Penelitian.....	40
III.3 Proses <i>Electroplating</i>	42
III.3.1 Pengerjaan Awal (<i>Pre Treatment</i>)	42
III.3.2 Proses Pelapisan	43
III.3.3 Pengerjaan Akhir.....	44
III.4 Pengujian Tribologi <i>Pin-On-Disc</i>	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
IV.1 Permukaan <i>Disc</i>	45
IV.1.1 Hasil Penampilan Permukaan Disc Setelah <i>Pretreatment</i>	45
IV.1.2 Hasil Penampilan Permukaan Disc Setelah <i>Hardchrome</i>	46
IV.1.3 Hasil Kekasaran Permukaan	46
IV.1.4 Hasil Kekerasan Lapisan Krom Keras Permukaan <i>Disc</i>	48
IV.1.5 Hasil Foto Mikro Lebar Kontak Keausan Pada <i>Disc</i>	48
IV.2 Hasil Analisa Perhitungan Keausan <i>Disc</i>	51
IV.3 Permukaan <i>Pin Indentor</i>	53
IV.3.1 Keausan <i>Pin Indentor</i>	53
IV.3.2 Volume Keausan <i>Pin</i>	56
BAB V KESIMPULAN	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN A	62
A.1 Perhitungan volume keausan <i>disc</i>	62
A.2 Perhitungan tinggi (kedalaman) keausan.....	62
A.3 Perhitungan volume keausan <i>pin</i>	63
LAMPIRAN B	64
LAMPIRAN C	66
C.1 Kandungan Unsur Kimia <i>Disc A</i>	66
C.2 Kandungan Unsur Kimia <i>Disc B</i>	67
LAMPIRAN D	68

D.1 Hasil Uji Kekerasan <i>Disc A</i>	68
D.2 Hasil Uji Kekerasan <i>Disc B</i>	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Foto mikro <i>grey cast iron</i>	8
Gambar II.2 Foto mikro besi <i>coran cil</i>	9
Gambar II.3 Foto mikro besi cor <i>malleable</i>	10
Gambar II.4 Foto besi cor grafit bulat.....	10
Gambar II.5 Struktur <i>Compacted graphite irons</i>	11
Gambar II.6 Proses <i>electroplating</i>	12
Gambar II.7 <i>Rectifier</i> DC bertegangan maksimal 13 volt	20
Gambar II.8 Mekanisme gesekan dan aplikasinya	24
Gambar II.9 Kekasaran permukaan	26
Gambar II.10 Skema pengujian aus <i>pin-on-disc</i> dan bentuk pin	28
Gambar II.11 Skema keausan pin dan keausan <i>disc</i>	28
Gambar II.12 Tribometer <i>pin-on-ring</i>	29
Gambar II.13 Pengujian tribometer <i>block-on-ring</i>	30
Gambar II.14 Ilustrasi keausan permukaan	32
Gambar II.15 Diameter kontak keausan	33
Gambar III.1 Alat uji tribometer jenis <i>pin-on-disc</i>	36
Gambar III.2 Mikroskop metalografi	37
Gambar III.3 Surface roughness tester	37
Gambar III.4 Spesimen besi cor	40
Gambar III.5 <i>Pin Indentor A</i> dan <i>B</i>	40
Gambar III.6 Diagram alur proses penelitian	42
Gambar III.7 Cara pengambilan nilai kekasaran permukaan	43
Gambar III.8 Proses pelapisan <i>disc</i> kedalam larutan <i>hardchrome</i>	45
Gambar IV.1 Perbandingan penampilan sebelum dan sesudah pencucian	47
Gambar IV.2 Penampilan <i>disc A</i> dan <i>B</i> sebelum dan sesudah pelapisan	48
Gambar IV.3 Grafik nilai kekasaran permukaan <i>disc</i> besi cor <i>A</i> dan <i>B</i>	49
Gambar IV.4 Ilustrasi <i>asperity</i> kontak <i>sliding</i>	50

Gambar IV.5 Penampakan visual pijakan setelah kontak <i>sliding</i>	50
Gambar IV.6 Foto mikro keausan <i>disc</i> A pada jarak 200 m	52
Gambar IV.7 Kontak aus peneliti terhadap Sriraman dan Strauss	52
Gambar IV.8 Grafik lebar keausan <i>disc</i> A dan B	53
Gambar IV.9 Grafik perbandingan volume keausan praktek <i>disc</i> A dan B	54
Gambar IV.10 Grafik perbandingan kedalaman keausan <i>disc</i> A dan B	55
Gambar IV.11 Foto mikro keausan pin A	56
Gambar IV.12 Foto mikro keausan pin B	56
Gambar IV.13 Grafik lebar keausan pin indentor	57
Gambar IV.14 Grafik volume keausan eksperimen <i>pin-on-disc</i>	58



DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Standarisasi besi cor diberbagai negara dan Internasional	7
Tabel II.2 Simbol besi cor kelabu (FC) JIS G 5501	8
Table II.3 Simbol Besi cor bulat (FCD) JIS G 5502	10
Tabel II.4 Perbandingan unsur kimia jenis-jenis besi cor	11
Tabel II.5 Beberapa jenis senyawa dalam <i>electroplating</i>	21
Tabel II.6 Koefisien gesek statis dan kinetis	25
Tabel II.7 Koefisien gesek besi cor terhadap material lain	25
Tabel II.8 Klasifikasi nilai koefisien keausan (kD)	31
Tabel III.1 Keterangan bagian-bagian alat tribometer POD	36
Tabel III.2 Spesifikasi alat tribometer <i>pin-on-disc</i>	36
Tabel III.3 Spesifikasi <i>Knurling</i> DIN 82	38
Tabel III.4 Formulasi larutan lapisan <i>elektroplating hardchrome</i>	39
Tabel III.5 Bahan pelengkap proses <i>electroplating hardchrome</i>	39
Tabel III.6 Komposisi bahan <i>disc</i> besi cor	39
Tabel III.7 Spesifikasi karakter bahan <i>disc</i> besi cor	40
Tabel IV.1 Kekasaran Permukaan sebelum dan sesudah pelapisan	49
Tabel IV.2 Lebar keausan <i>disc</i> A dan <i>disc</i> B	53
Tabel IV.3 Volume keausan <i>disc</i> A dan <i>disc</i> B	54
Tabel IV.4 Lebar keausan permukaan pin	57
Tabel IV.5 Volume keausan pin	58

DAFTAR NOTASI

Lambang	Nama	Satuan
BA	Berat atom	[Kg]
BE	Berat ekivalen	[-]
d	Radius jalur pengujian	[mm]
F_N	Beban normal	[N]
g	Gravitasi bumi	[m ² /s]
HB	Kekerasan brinell	[N/mm ²]
H	Kekerasan material	[N/mm ²]
HV	Kekerasan vickers	[N/mm ²]
h_o	Tinggi awal	[mm]
h^w	Kedalaman aus	[mm]
I	Kuat arus listrik	[ampere]
k_D	Koefisien gesek berdimensi	[m ² /N]
k	Koefisien gesek tak berdimensi	[-]
p	Tekanan kontak	[N/mm ²]
Q	Muatan listrik	[coulomb]
R_a	Kekasaran permukaan	[mm]
R	Jari-jari pin	[mm]
R_o	Jari-jari awal	[mm]
R^w	Jari-jari keausan	[mm]
s	Jarak <i>sliding</i>	[mm]
t	Waktu	[detik]
V	volume	[mm ³]
w	Berat endapan	[gr]
W	Lebar keausan	[mm]
π	Konstanta 3,14159265358...	[-]

ABSTRAK

Electroplating hardchrome sering dipakai untuk melapisi peralatan atau komponen mesin industri yang bergerak, karena lapisan listrik *hardchrome* memiliki sifat ketahanan gores dan keausan. Salah satu bahan komponen mesin yang dilapisi *hardchrome* adalah besi cor. Dua buah *specimen* besi cor (FCD) berbentuk *disc* dengan kandungan derajat kimia yang berbeda dilakukan kekasaran permukaan buatan (*knurling* DIN 82). Kemudian diberi *electroplating hardchrome* untuk mengetahui pengaruh kekasaran setelah pelapisan, nilai volume keausan, dan tinggi keausan kontak besi cor. Pengujian tribometer *pin-on-disc* (POD) dipakai untuk mengetahui nilai keausan tersebut. Perhitungan keausan menggunakan metode Archard yang menunjukkan tinggi keausan tertinggi sebesar 0,153 m dengan jarak 600 m pada *disc* B (FCD 60) dan terendah sebesar 0,025 m dengan jarak 200 m pada *disc* A (FCD 50). Nilai volume keausan terbesar pada *disc* B berkisar 15,721 mm³ dengan jarak 600 m. Serta volume keausan terendah pada *disc* A sebesar 0,741 mm³ dengan jarak 200 m dengan jenis keausan yang terjadi adalah keausan abrasi.

Kata kunci : *electroplating hardchrome*, derajat kimia, kekasaran buatan, keausan abrasi, besi cor.