

**PROSES MANUFAKTUR ALAT TRIBOMETER TIPE *PIN ON DISK TEST*
SESUAI DENGAN STANDAR ASTM G 99**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
NAUFAN ERZHA SULISTIONO
NIM: 41319120104

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

PROSES MANUFAKTUR ALAT TRIBOMETER TIPE *PIN ON DISK TEST*
SESUAI DENGAN STANDAR ASTM G 99



Disusun Oleh:

Nama : Naufan Erzha Sulistiono
NIM : 41319120104
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JULI 2021

HALAMAN PENGESAHAN

PROSES MANUFAKTUR ALAT TRIBOMETER TIPE *PIN ON DISK TEST* SESUAI DENGAN STANDAR ASTM G 99

Disusun Oleh:

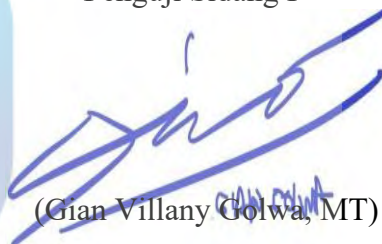
Nama : Naufan Erzha Sulistiono
NIM : 41319120104
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 7 Agustus 2021

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing TA

Penguji Sidang I



(Renova Umarsyah, MT)

(Gian Villany Golwa, MT)

NIP. 217670144

NIP. 1975801149

Penguji Sidang II

Penguji Sidang III



(Subekti, MT)

(R. Arioso Dharma, MT)

NIP. 217730018

NIP. 196660199

Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin

Koordinator TA



(Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D)

(Alief Avicenna Luthfi, M.Eng)

NIP. 118690617

NIP.21691009

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Naufan Erzha Sulistiono

NIM : 41319120104

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Proses Manufaktur Alat Tribometer Tipe *Pin On Disk Test*
Sesuai Dengan Standar ASTM G 99

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mepertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS Jakarta, 22 Juli 2021
MERCU BUANA



Naufan Erzha Sulistiono

PENGHARGAAN

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang memberikan banyak karunia, rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Proses Manufaktur Alat Tribometer Tipe *Pin On Disk Test* Sesuai Dengan Standar ASTM G99” dengan baik. Tidak lupa shalawat serta salam selalu tercurah limpahkan atas junjungan besar Nabi Muhammad SAW kepada keluarganya, sahabatnya, dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini tepat pada waktunya tanpa menghadapi kendala yang berarti.

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan pada mata kuliah Tugas Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin di Universitas Mercu Buana.

Dengan kerendahan hati, pada kesempatan ini perkenankan penulis untuk menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ngadino Surip, selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Warung Buncit.
3. Bapak Muhamad Fitri, M. Si, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin
4. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M. Eng, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin, yang telah memberikan arahan dalam melakukan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Renova Umarsyah, MT, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan serta bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Kedua orang tua, Ayahanda Nanang Sulistiono dan Ibunda Etik Suhartatik serta saudara kandung dengan ini mohon maaf tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah memberikan dukungan secara moril maupun materil, semoga Allah membalas kebaikan yang telah diberikan. Aamiin.
7. Rekan satu team penelitian ini terdiri dari perancangan desain mesin tribometer tipe *pin on disk* oleh Asad Sirojulmuminin dan analisa oleh Bobby Frandika Riandra.

8. Rekan kerja di PT. Dankos Farma yang senantiasa memberikan dukungan dan saran dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
9. Teman – teman seperjuangan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Warung Buncit Reguler tahun 2020, penulis mengucapkan terima kasih atas segala kebersamaan dan pengalamannya selama ini.
10. Serta pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari nilai kesempurnaan. Dalam hal ini, kritik dan saran yang bersifat baik dan membangun sangat penulis harapkan guna kesempurnaan dan pembelajaran ke depan yang lebih baik terkait Tugas Akhir ini. Dengan demikian, penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Jakarta, 22 Juli 2021



(Naufan Erzha S)



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Keausan merupakan cabang ilmu teknik tribologi yang mengkaji hubungan antara dua permukaan yang saling bergesekan dan mengalami kontak. Dengan besarnya kerugian yang dapat ditimbulkan oleh keausan, maka diperlukan tindakan khusus untuk dapat memperhitungkan dan menganalisa terkait keausan yang terjadi. Menganalisa keausan diperlukan sebuah alat yang dapat mengetahui nilai keausan pada sebuah material yaitu alat tribometer *pin on disk*. Namun, tidak tersedianya alat tribometer *pin on disk* di laboratorium teknik mesin Universitas Mercu Buana mengakibatkan hambatan bagi mahasiswa dan dosen dalam melakukan proses pengujian keausan pada suatu material. Semetara itu, di Indonesia alat tribometer *pin on disk* yang dikembangkan, masih memiliki kekurangan pada kecepatan rotasi *disk*, variasi putaran dan mobilitas. Tujuan penelitian ini adalah melakukan proses manufaktur alat tribometer tipe *pin on disk test* sesuai dengan standar ASTM G 99, berdasarkan hasil rancangan yang telah dibuat melalui penyempurnaan penelitian sebelumnya meliputi mobilitas, arah dan kecepatan putaran. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian berdasarkan ketentuan ASTM G 99 meliputi mekanisme, motor, *pin*, *counter*, hasil dan spesimen uji. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil sesuai dengan ketentuan ASTM G 99, mampu berputar secara dua arah (CW/CCW) hingga 2000 rpm, serta memiliki mobilitas baik. Dalam hal ini, alat tribometer *pin on disk* dapat digunakan dan berfungsi sesuai dengan perencanaan.

Kata Kunci: Keausan, tribometer *pin on disk*, ASTM G 99.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

THE MANUFACTURING PROCESS OF THE PIN ON DISK TEST TRIBOMETER ACCORDING TO THE ASTM G 99

ABSTRACT

Wear is a branch of tribological engineering that studies the relationship between two surface that rub against each other and come into contact. With the large amount of loss that can be caused by wear and tear, special actions are needed to be able to calculate and analyze the related wear that occurs. Analyzing wear requires a tool that can determine the value of wear on a material, namely a tribometer pin on disk. However, the unavailability of tribometer pin on disk in the mechanical engineering laboratory of Mercu Buana University has resulted in obstacles for college student and lecturer in carrying out the wear test process on a material. Meanwhile, in Indonesia tribometer pin on disk being developed still has shortcomings in the disk rotation speed, rotation variation and mobility. The purpose of this research is to carry out the process of making a tribometer pin on disk through testing the standard provisions ASTM G 99 standard, based on the results of the design that has been made through the refinement of previous research including mobility, direction and speed of rotation. This research was carried out by conducting tests based on the provisions of ASTM G 99 including mechanism, motor, pin, counter, result dan test specimen. Based on the test results obtained results in accordance with the provisions of ASTM G 99, capable of rotating in two directions (CW/CCW) up to 2000 rpm, has good mobility at a relatively low price. In this case, a tribometer pin on disk can be used and functions as planned.

Keywords: *Wear, tribometer pin on disk, ASTM G 99.*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. <i>Verein Deutscher Ingenieure (VDI) 2221</i>	9
2.3. TRIBOLOGI (<i>TRIBOLOGY</i>)	10
2.4. VISKOSITAS	12
2.5. GESEKAN (<i>FRICTION</i>)	12
2.6. GAYA SENTRIFUGAL & SENTRIPETAL	12

2.7.	TORSI	13
2.8.	KEAUSAN (<i>WEAR</i>)	13
2.9.	JENIS- JENIS KEAUSAN	14
2.9.1	Keausan <i>Mechanical</i>	14
2.9.2	Keausan <i>Chemical</i>	16
2.9.3	Keausan <i>Thermal</i>	17
2.10.	TRIBOMETER	17
2.10.1	Tribometer <i>Pin On Disk</i>	17
2.10.2	Tribometer <i>Pin On Ring</i>	18
2.10.3	Tribometer <i>Block On Ring</i>	19
2.11.	<i>AMERICAN STANDARD TESTING AND MATERIAL (ASTM) G 99</i>	19
2.11.1	Parameter Uji	20
2.11.2	Ketentuan Alat Tribometer <i>Pin On Disk</i>	20
2.11.3	Prosedur Pengujian	22
2.11.4	Perhitungan dan Hasil Keausan	22
2.12.	PROSES MANUFAKTUR	24
2.12.1	Bubut (<i>Turning</i>)	24
2.12.2	Frais (<i>Milling</i>)	27
2.12.3	Gurdi (<i>Drilling</i>)	29
2.12.4	Gerinda (<i>Grinding</i>)	30
2.12.5	Pengelasan (<i>Welding</i>)	31
2.13	KOMPONEN BIAYA PRODUKSI	33
BAB III METODOLOGI		35
3.1.	DIAGRAM ALIR	35
3.1.1	Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	35
3.1.2	Diagram Alir Proses Manufaktur	37

3.1.3	Diagram Alir Proses Pengujian	39
3.2.	ALAT DAN BAHAN	42
3.2.1	Alat	42
3.2.2	Bahan	44
3.3.	METODE <i>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</i> (VDI) 2221	46
3.4.	IDENTIFIKASI GAMBAR KERJA	46
3.5.	PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN	47
3.6.	FABRIKASI	47
3.6.1	Perakitan <i>Control Panel</i>	47
3.6.2	Pembuatan Rangka Alat	50
3.6.3	Pembuatan Lengan, <i>Pin</i> & Media Pengujian	53
3.7.	<i>ASSEMBLY</i>	59
3.8.	<i>FINISHING</i>	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		61
4.1.	METODE <i>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</i> (VDI) 2221	61
4.1.1	Menentukan Spesifikasi Awal Alat Tribometer <i>Pin On Disk</i> .	61
4.1.2	Menentukan Struktur Fungsi	62
4.1.3	Menentukan Solusi Sub Fungsi	63
4.1.4	Mengembangkan Varian Kombinasi	64
4.1.5	Penilaian / Evaluasi Varian Konsep Tribometer	66
4.1.6	Implementasi Varian Konsep	68
4.2.	PROGRAM VARIASI PUTARAN (CW/CCW)	69
4.3.	PERHITUNGAN PROSES MANUFAKTUR	70
4.4.	PROSEDUR PENGGUNAAN ALAT TRIBOMETER <i>PIN ON DISK</i>	73
4.5.	PENGATURAN TRIBOMETER PADA PERMUKAAN TIDAK RATA	75
4.6.	PROSES PENGUJIAN ALAT TRIBOMETER <i>PIN ON DISK</i>	77

4.6.1	Pengujian Rangkaian Listrik	78
4.6.2	Pengujian Ketentuan Standar ASTM G 99	79
4.7.	PERHITUNGA BIAYA PROSES MANUFAKTUR TRIBOMETER	86
4.7.1	Biaya Material	86
4.7.2	Biaya Pahat (C_e)	89
4.7.3	Biaya Pemesinan	89
4.7.4	Biaya Produksi	90
BAB V PENUTUP		91
5.1	KESIMPULAN	91
5.2	SARAN	91
DAFTAR PUSTAKA		93
LAMPIRAN		96



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tribologi Pada <i>Disk</i>	11
Gambar 2.2. <i>Abrasive Wear</i>	15
Gambar 2.3. <i>Adhesive Wear</i>	15
Gambar 2.4. <i>Fatigue Wear</i>	16
Gambar 2.5. <i>Oxidative / Corrosive Wear</i>	16
Gambar 2.6. Tribometer <i>Pin On Disk</i>	18
Gambar 2.7. Tribometer <i>Pin On Ring</i>	18
Gambar 2.8. Tribometer <i>Block On Ring</i>	19
Gambar 2.9. Ketentuan Rotasi <i>Disk</i>	21
Gambar 2.10. Mesin Bubut	24
Gambar 2.11. Mesin Frais	27
Gambar 2.12. Bor Tangan	29
Gambar 2.13. Gerinda Tangan	30
Gambar 2.14. Mesin Las (SMAW)	31
Gambar 3.1. Diagram Alir Penulisan Tugas Akhir	35
Gambar 3.2. Diagram Alir Proses Manufaktur	37
Gambar 3.3. Diagram Alir Proses Pengujian	40
Gambar 3.4. Rancangan Alat Tribometer	47
Gambar 3.5. Diagram Wiring	48
Gambar 3.6. Proses Perakitan Kelistrikan	48
Gambar 3.7. <i>Control Panel</i>	49
Gambar 3.8. Proses Pematangan	50
Gambar 3.9. Proses Pengelasan	51
Gambar 3.10. <i>Cover</i> Bagian Atas	51
Gambar 3.11. Roda	51

Gambar 3.12. Pengelasan Drat dan Piringan	52
Gambar 3.13. Pengelasan Rangka Dan Mur	52
Gambar 3.14. <i>Adjuster</i>	53
Gambar 3.15. Dudukan Lengan	54
Gambar 3.16. Lengan Bagian Dalam	55
Gambar 3.17. Dudukan Beban	55
Gambar 3.18. Proses Milling (Mesin Milling SM-4)	56
Gambar 3.19. <i>Pin</i>	56
Gambar 3.20. Proses Pembubutan (Mesin Bubut EMCO MAT-17S)	57
Gambar 3.21. Adaptor Poros	58
Gambar 3.22. Meja Pengujian	58
Gambar 3.23. Dudukan Sensor Proximity <i>Inductive</i> (DC 6V-36V)	59
Gambar 3.24. Proses Pengecatan	60
Gambar 4.1. Struktur Fungsi Tribometer <i>Pin On Disk</i>	63
Gambar 4.2. Ilustrasi Varian Konsep 1	64
Gambar 4.3. Ilustrasi Varian Konsep 2	65
Gambar 4.4. Ilustrasi Varian Konsep 3	65
Gambar 4.5. Ilustrasi Varian Konsep 4	66
Gambar 4.6. Implementasi	68
Gambar 4.7. <i>Speed Controller</i>	70
Gambar 4.8. Penguncian Roda	73
Gambar 4.9. <i>Waterpass</i> Tribometer	73
Gambar 4.10. <i>Assembly Disk</i>	74
Gambar 4.11. Variasi Pembebanan	74
Gambar 4.12. Posisi Kontak	75
Gambar 4.13. Hasil Pengukuran Jangka Sorong	76
Gambar 4.14. Hasil Pengukuran <i>Waterpass</i>	76

Gambar 4.15. Fungsi <i>Adjuster</i>	77
Gambar 4.16. Alat Tribometer <i>Pin On Disk</i>	77
Gambar 4.17. Uji kelistrikan <i>power in</i>	78
Gambar 4.18. Uji kelistrikan <i>power in</i>	78
Gambar 4.19. <i>Power Off</i>	79
Gambar 4.20. Mekanisme Operasi	80
Gambar 4.21. Pengukuran Dial Indikator	80
Gambar 4.22. Hasil Pengujian Motor	81
Gambar 4.23. <i>Pin & Variasi Pembebanan</i>	82
Gambar 4.24. Penggunaan <i>Limit Switch</i>	83
Gambar 4.25. Penggunaan Sensor Proximity <i>Inductive</i>	83
Gambar 4.26. Hasil Pengujian Material Alumunium	84
Gambar 4.27. Material Uji	84

DAFTAR TABEL

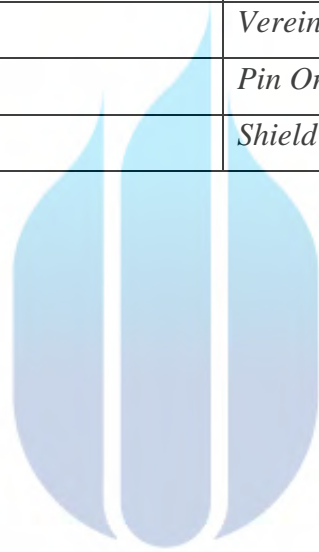
Tabel 2.1. Penelitian – Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Kekurangan Pengembangan Tribometer <i>Pin On Disk</i> Terdahulu	8
Tabel 2.3. Kecepatan Potong Bahan	25
Tabel 3.1. Kriteria Alat Tribometer <i>Pin On Disk</i>	42
Tabel 3.2. Peralatan Proses Manufaktur	42
Tabel 3.3. Bahan/material Tribometer <i>Pin On Disk</i>	44
Tabel 3.4. Penggunaan Metode <i>Assembly</i>	59
Tabel 4.1. Spesifikasi Awal	61
Tabel 4.2. Solusi Sub Fungsi Tribometer <i>Pin On Disk</i> .	63
Tabel 4.3. Evaluasi / Penilaian Varian Konsep	67
Tabel 4.4. Implementasi Posisi Motor	69
Tabel 4.5 Pengukuran Dial Indikator	81
Tabel 4.6. Penilaian Kriteria Hasil Manufaktur	85
Tabel 4.7. Daftar Harga Komponen	86
Tabel 4.8. Biaya Sewa Alat/Mesin	88
Tabel 4.9. Daftar Harga Komponen Alat Pendukung	89

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
₹	Simbol mata uang Negara India
F_s	Gaya gesek statis maksimum
μ_s	Koefisien gesekan statis
N	Gaya normal yang bekerja pada benda
F_k	Gaya gesek kinetis maksimum
F	Gaya normal pada <i>pin</i>
d	Diameter <i>pin</i>
D	Diameter <i>disk</i>
R	Jarak antara <i>disk</i> dengan <i>pin</i>
W	Kecepatan rotasi <i>disk</i>
B_k	Berat keausan
B_o	Berat awal
B_i	Berat akhir
V_k	Volume keausan
ρ	Berat jenis
L	Beban
S	Jarak tempuh
H	Nilai kekerasan

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
RPM	<i>Revolutions Per minute</i>
ASTM	<i>American Standard Testing and Material</i>
CW	<i>Clock Wise</i>
CCW	<i>Counter Clock Wise</i>
SMAW	<i>Shield Metal Arc Welding</i>
VDI	<i>Verein Deutscher Ingenieure</i>
POD	<i>Pin On Disk</i>
SMAW	<i>Shield Metal Arc Welding</i>



UNIVERSITAS
MERCU BUANA