

SKRIPSI

**VARIASI WAKTU *MILLING* PADUAN SERBUK Ni-Fe-Co
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS SEBAGAI BAHAN
KOMPONEN OTOMOTIF DENGAN METODE *MECHANICAL
ALLOYS***



Oleh :

ISMAIL ZUFRIA ABABIL
2100190026

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi
Program Studi Teknik Mesin S1

VARIASI WAKTU *MILLING* PADUAN SERBUK Ni-Fe-Co TERHADAP
SIFAT FISIS DAN MEKANIS SEBAGAI BAHAN KOMPONEN
OTOMOTIF DENGAN METODE *MECHANICAL ALLOYS*

Oleh :

ISMAIL ZUFPRIA ABABIL
2100190026

Yogyakarta, 20 Januari 2023

Disetujui untuk diujikan oleh:

Pembimbing I,



Sutrisna, S.T..M.T..Ph.D.
NIK : 19730120

Pembimbing II,



Angger Bagus Prasetyo, ST., M.Eng
NIK : 19730356

Menyetujui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin S1



Ir. Wartono, M.Eng
NIP : 196211151994031001

HALAMAN PENGESAHAN

VARIASI WAKTU *MILLING* PADUAN SERBUK Ni-Fe-Co TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS SEBAGAI BAHAN KOMPONEN OTOMOTIF DENGAN METODE *MECHANICAL ALLOYS*

Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Diterima Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Mencapai Derajat Sarjana Teknik Mesin S1
Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Pada : 26 Januari 2023

Oleh : ISMAIL ZUFPRIA ABABIL/2100190026

1. Sutrisna, S.T..M.T..Ph.D. 1.
Ketua Tim Penguji
2. Angger Bagus Prasetyo, ST., M.Eng 2.
Anggota Tim Penguji
3. Didit Setyo Pamuji, S. T., M.Eng 3.
Anggota tim penguji

Mengetahui,
Dekan
Fakultas Teknologi Industri



Dr. Daru Sugati, S.T., MT
NIP : 19730125

Menyetujui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin SI



Ir. Wartono, M.Eng.
NIP : 196211151994031001



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SI

SOAL TUGAS AKHIR

No. /ITNY/Prod. TM-S1/TGA/05/2022

Nama Mahasiswa : ISMAIL ZUFPRIA ABABIL
Nomor Mahasiswa : 2100190026
Soal : Variasi waktu *milling* paduan serbuk Ni-Fe-Co terhadap sifat fisis dan mekanis sebagai bahan komponen otomotif dengan metode *mechanical alloys*.

Yogyakarta, 12 Mei 2022
Dosen Pembimbing


Sutrisna. S.T.,M.T.,Ph.D

NIK : 19730120

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ISMAIL ZUFPRIA ABABIL
NIM : 2100190026
Kosentrasi : Material Kontruksi Mesin

Dengan ini meyakini bahwa data yang tersaji dalam Tugas Skripsi saya yang berjudul : Variasi Waktu *Milling* Paduan Serbuk Ni-Fe-Co Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Sebagai Bahan Komponen Otomotif Dengan Metode *Mechanical Alloys*.

Bilamana dikemudian hari terbukti bahwa data dan judul tersebut merupakan jiplakan/plagiat dari karya tulis orang lain, maka sesuai dengan kode etik ilmiah, saya menyatakan bersedia untuk diberikan sanksi seberat-beratnya termasuk PENCOPOTAN/PEMBATALAN gelar akademik saya oleh pihak Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY).

Demikian surat pernyataan ini dibuat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 Januari 2022

Yang membuat pernyataan



ISMAIL ZUFPRIA ABABIL
2100190026

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan Ke-hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Penyusunan laporan skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai Derajat Sarjana pada program Studi Teknik Mesin S1, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Adapun judul Tugas Akhir I ini adalah “**Variasi Waktu Milling Paduan Serbuk Ni-Fe-Co Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Sebagai Bahan Komponen Otomotif Dengan Metode *Mechanical Alloys***”.

Penulis Skripsi ini untuk memenuhi salah satu syarat mengajukan skripsi pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

Penulis Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu perkenalkanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi kemudahan dalam setiap langkah hidup serta mengabulkan setiap doa-doa.
2. Orang tua yang telah membiayai, memberikan semangat, serta doa yang tiada henti.
3. Bapak Dr.Ir. Setyo Pambudi, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Daru Sugati, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
5. Bapak Ir. Wartono, M.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
6. Sutrisna, S.T.,M.T.,Ph.D., selaku Dosen pembimbing I.
7. Angger Bagus Prasetyo, ST., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II,
8. Untuk Rozi Afrizal, Amanda Febriana, Dian Novita Sari, M. Ilham, Faris Arifin, Setyo Tomy yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir I ini,

Penulis menyadari bahwa karya ini belum sempurna, saran dan kritik yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan sebagai dasar pertimbangan dan demi kesempurnaan laporan Skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga laporan Skripsi ini dapat dijadikan tambahan referensi bagi rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin Institut teknologi Nasional Yogyakarta dan bagi yang memerlukan pada umumnya.

Yogyakarta, 20 Januari 2023

Penulis



ISMAIL ZUFPRIA ABABIL
2100190026

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SOAL TUGAS AKHIR	iv
SURAT PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Besi (Fe)	8
2.2.2 Nikel (Ni).....	10
2.3 Sifat-sifat Nikel	10
2.4 Kegunaan nikel (Ni)	12
2.2.3 Kobalt (Co).....	12
2.3 Sifat Fisika logam Cobalt	13
2.4 Sifat Kimia logam cobalt.....	13
2.5 Sistem Paduan Ni-Co	14
2.6 Paduan Fe-Ni	15
2.7 Paduan Co-Fe	16

2.8 Paduan Fe-Co-Ni.....	17
2.9 Metalurgi Serbuk.....	18
2.10 Paduan Mekanis (<i>Mechanical Alloying</i>)	20
2.11 Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>).....	22
2.12 Media Pendingin.....	24
2.13 Pengujian Bahan.....	25
2.13.1 Pengujian Kekerasan	25
2.13.2 Uji Kekerasan <i>rockwell</i>	25
2.13.3 Uji kekerasan <i>Brinell</i>	27
2.13.4 Uji kekerasan <i>Vickers</i>	29
2.13.5 Pengujian Struktur Mikro	31
2.14 Hipotesis	32
BAB III METEDOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	33
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	34
3.2.1 Alat Penelitian	34
3.2.2 Bahan Penelitian.....	35
3.3 Tahapan Penelitian	35
3.4 Persiapan Spesimen Pengujian	36
3.4.1 Spesimen Pengujian Struktur Mikro	36
3.4.2 Uji Struktur Mikro.....	39
3.4.3 Spesimen Pengujian Kekerasan Permukaan dan Distribusi Kekerasan ...	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro	41
4.2 Analisis Hasil Pengujian Kekerasan.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Besi (Fe).....	10
Gambar 2.2. Nikel (Ni).....	12
Gambar 2.3. Kobalt (Co).....	14
Gambar 2.4. Diagram fasa Ni-Co (ASM Handbook, 1992).....	16
Gambar 2.5. Diagram fasa Fe-Ni (Yulia Amira, 2017).....	18
Gambar 2.6. Diagram fasa Co-Fe (ASM Handbook, 1992).....	19
Gambar 2.7. Diagram fasa Fe-Ni-Co (ASM Handbook, 1992).....	20
Gambar 2.8. Produk metalurgi serbuk (J. B. R. A. Kohser, 2012).....	22
Gambar 2.9. Produk metalurgi serbuk (G. S. Upadhyaya, 2002).....	22
Gambar 2.10. Penguji kekerasan (Callister, 2000).....	27
Gambar 2.11. Pengujian kekerasan <i>Rockwell</i> (callister, 2000).....	28
Gambar 2.12. Alat penguji kekerasan <i>Rockwell</i> (Hera Setiawan, 2012).....	29
Gambar 2.13. Pengujian kekerasan <i>Brinell</i>	30
Gambar 2.14. Perumusan pengujian <i>Brinell</i> (Callister, 2021).....	30
Gambar 2.15. Pengujian kekerasan <i>Vickers</i> (Callister, 2001).....	31
Gambar 2.16. Alat mikroskop untuk pengamatan struktur mikro.....	34
Gambar 2.17 Hasil struktur mikro (Lg Betancourt-Cantera, 2013)	34
Gambar 3.1 Alat uji struktur mikro (mikroskop optik).....	41
Gambar 3.2 Alat Uji Kekerasan (<i>vickers</i>).....	42
Gambar 4.1 Struktur mikro waktu <i>milling</i> 4 jam	41
Gambar 4.2 Struktur mikro waktu <i>milling</i> 8 jam	42
Gambar 4.3 Struktur mikro waktu <i>milling</i> 16 jam	42
Gambar 4.4 Diagram kekerasan rata-rata	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat fisik nikel (Jhon. L. Everhart, 1971).....	12
Tabel 2.2 Massa jenis logam nikel dan paduan.....	13
Tabel 2.3 Sifat-sifat fisik kobalt.....	15
Tabel 2.4 Kekerasan <i>Rockwell</i>	28
Tabel 3.1 Rincian spesimen yang digunakan untuk penelitian.....	37
Tabel 4.1 Hasil pengujian kekerasan <i>vickers</i> paduan Ni-Fe-Co.....	44

ABSTRAK

Paduan serbuk Ni-Fe-Co merupakan salah satu sistem paduan baru, *mechanical alloying* menjelaskan campuran serbuk dari berbagai logam atau paduan/senyawa digiling bersamaan, transfer material terlibat dalam proses ini untuk mendapatkan paduan yang homogen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu *milling* paduan 50Ni-25Fe-25Co dengan metode *mechanical alloying*. Bahan yang digunakan dalam sistem paduan ini adalah dengan komposisi 50%Ni-25%-Fe-25%Co proses yang dilakukan, penyampuran serbuk, di *milling* selama 4 jam, 8 jam, 16 jam dengan varian suhu 900°C ditahan selama 60 menit. Pengujian yang dilakukan adalah uji struktur mikro dan kekerasan. Pada serbuk Ni-Fe-Co setelah 16 jam penggilingan struktur mikro lapisan Ni-Fe-Co menunjukkan distribusi struktur mikro yang tidak seragam dengan sejumlah retakan mikro dan pori-pori. Paduan Ni-Fe-Co setelah dilakukan pemanasan 900°C menunjukkan bahwa sejumlah besar oksida muncul sebagai partikel gelap yang ditemukan dan telah diidentifikasi sebagai oksida Fe. Ini menyiratkan bahwa pemanasan 900°C mempromosikan reaksi cepat dari elemen paduan dan sisa gas oksida menghasilkan oksida bahan. Selain itu, paduan Ni-Fe-Co dengan waktu *milling* 16 jam memiliki kekerasan yang lebih tinggi yaitu (421,5 kg/mm²) dibandingkan dengan waktu *milling* 4 jam (272,2 kg/mm²) dan 8 jam (355,5 kg/mm²). Hasil menunjukkan bahwa perlakuan waktu *milling* dapat menaikkan efek kekerasan yang dihasilkan oleh penggilingan bola berenergi tinggi memiliki kenaikan kekerasan yang signifikan.

Kata Kunci : Paduan Ni-Fe-Co, *mechanical alloy*, *milling*, proses pemanasan (*annealing*), kekerasan, struktur mikro.